Funcionalidad visual y programa de entrenamiento óculo motor para la mejora de la velocidad y comprensión de lectura

Ministerio
de Educación, Cultura
y Deporte

Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa

Catálogo de publicaciones del Ministerio: www.educacion.gob.es
Catálogo general de publicaciones oficiales: www.publicacionesoficiales.boe.es

Funcionalidad visual y programa de entrenamiento óculo motor
para la mejora de la velocidad y comprensión de lectura

Autora
Violeta Miguel Pérez

Maquetación CNIIE. Paula Pérez Neva,
Becaria del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

MINISTERIO DE EDUACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE

Secretaría de Estado de Educación, Formación
Profesional y Universidades
Centro Nacional de Innovación e Investigación Educactiva (CNIIE)

Edita:
© SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA
Subdirección General
de Documentación y Publicaciones

NIPO 030-17-009-3 pdf
DOI: 10.4438/03-17-009-3
NIPO 030-17-014-8 ibd
ISBN 978-84-369-5762-4 ibd

Funcionalidad visual y programa de entrenamiento óculo motor para la mejora de la velocidad y comprensión de lectura

Autora
Violeta Miguel Pérez

Agradecimientos

Este libro es el resultado de la investigación realizada mediante una amplia muestra de alumnos de Educación Primaria.
Nada de esto hubiera sido posible sin la Dra. Pilar Martín Lobo, quien me enseñó el camino de la Neuropsicología y la importancia de investigar en el ámbito educativo. De igual modo al Dr. Miguel Ángel Pérez Nieto que tanta literatura y tantas experiencias importantes en el mundo de la Psicología Clínica me aportó para poder ver este libro convertido en realidad del que también es parte importante la Dra. Coral González Barbera.
Una de mis frases preferidas y tantas veces repetida es que la Neurociencia cambia la vida y hace más felices a nuestros alumnos. Ciertamente así es, ya que la prevención y la aplicación de programas de Neurociencia que inciden realmente en la mejora de la calidad de la educación es el objetivo de este libro y de futuras investigaciones.
Por supuesto a mi familia, especialmente a mi marido Pedro, por su constante apoyo y ayuda en esta, su especialidad, y tantos y tantos congresos de optometría a los que me convenció para acompañarle. Este caminar al lado de los optometristas me hizo pensar en que algo se podía hacer para ayudar a los docentes a conocer y aplicar programas relacionados con la visión que mejoraran la lectura y dieran las pautas para detectar y recuperar las dislexias perceptivas y todos los trastornos de aprendizaje que sufren nuestros alumnos ocasionados por disfunciones visuales.
Y a mi hija Violeta…, futura maestra, para que la Neuropsicología esté siempre en su metodología. Y en general, a la nueva generación de maestros, para que apliquen estos programas y consigan, con su buen hacer, que los alumnos del futuro tengan un aprendizaje más eficaz, duradero y significativo.

Prólogo

Pilar Martín-Lobo
Dra. en del Máster Universitario de Neuropsicología y Educación.
Grupo de Investigación GdI-NYE UNIResearch. Universidad Internacional de la Rioja, UNIR.
Sociedad de investigación y Proyectos Cerebro, Educación y Talento. BRAINYET.

Agradezco mucho a la Dra. Violeta Miguel Pérez, el honor de invitarme a escribir este prólogo. Es un deber gustoso para mí iniciar estos párrafos con la felicitación a su labor y a este libro que supone la culminación de una de sus etapas científicas, docentes y prácticas de su extraordinario desarrollo profesional.

La autora nos indica que *"este libro es el fruto de varios años de trabajo cristalizados en un estudio de investigación que, llevado a la práctica en una amplia muestra de alumnos de Educación Primaria, se convirtió en una Tesis Doctoral"*. Una tesis doctoral es un aporte científico, basado en una hipótesis original y se centra en un tema particular que requiere la aplicación de métodos, la profundidad y rigurosidad en el análisis de sus resultados y lleva a unas conclusiones. Para ello, es imprescindible utilizar fuentes y documentación relevantes del área que se investiga y aplicar las técnicas con rigor científico y lógica para mostrar cohesión y coherencia. Todo esto se puede encontrar en este trabajo de investigación y de práctica educativa a través de estas páginas que muestran rigor en la investigación, un programa de desarrollo y un enfoque innovador transferible a Proyectos de Neuropsicología Educativa.

El tema elegido de investigación aborda uno de los retos de mayor interés en la actualidad: es el estudio del cerebro y su aplicación a la mejora educativa. Más específicamente, centra su objeto de estudio en la funcionalidad visual y los movimientos oculares para la lectura. Sin duda es una apuesta innovadora y ejemplar de cómo la neurociencia y la neuropsicología se pueden aplicar en el ámbito educativo para incorporar los avances científicos y mejorar la calidad con rigor y profesionalidad.

En palabras de Howard-Jones, investigar sobre la práctica educativa supone un reto de trabajo científico y práctico al mismo tiempo y, en este sentido, podemos encontrar en estas páginas el trabajo multidisciplinar que se ha llevado a cabo, tanto de la Optometría aplicada al desarrollo y al aprendizaje de los estudiantes, como de la Psicología Educativa y de las Ciencias de la Educación organizados e integrados de forma excelente. Es de valorar el amplio trabajo que se percibe tras el valioso contenido del estudio, el diseño de la investigación y del programa, la estructura, los

procedimientos, la aplicación en las aulas a los alumnos de Primaria, el análisis de resultados, las conclusiones y la transferencia de los conocimientos para la comunidad científica y educativa. En consecuencia, este libro aporta un extraordinario programa de desarrollo de habilidades visuales para la lectura y el aprendizaje, aplicable en el ámbito educativo y fundamentado en sólidas bases científicas.

Pude compartir con Violeta Miguel Pérez momentos muy interesantes del proceso de su tesis, y puedo asegurar que su alto nivel de implicación para desarrollarla es lo que ha llevado a reflejar en estas páginas no sólo conocimientos científicos y prácticos, sino también la ilusión por aprender y por transmitir lo aprendido, característica clave del libro que nos va calando de inicio a fin. Todo en el libro anima al estudio, a la aplicación y a la innovación; ofrece conocimientos científicos y, al mismo tiempo, comprensibles y motivantes, reflejo de la autenticidad y coherencia que supone el hecho de vivirlo y aplicarlo antes de escribirlo. No es fácil reunir el conocimiento científico de la neuropsicología a nivel de experto respecto a los procesos de la funcionalidad visual para la lectura y llevarlo a la práctica de forma excelente como se conjugan en esta publicación.

La investigación sobre el cerebro y su aplicación a la educación es una de las mayores aportaciones que podemos hacer a la educación actual y es ahí donde se enmarca la obra. En muchos centros de prestigio internacional, se abordan temáticas similares a la de este libro, que sin duda se convertirá en uno de los referentes de interés a nivel internacional. Prueba de ello son los estudios y publicaciones que se realizan en la actualidad y los centros e instituciones dedicados a la investigación y formación de educadores existentes en Alemania (Ulm University), Holanda (Lab Denmark), Inglaterra (Cambridge University), Estados Unidos (Sackler Institute), Japón (Riken Brain Science Institute) y otros muchos que se van añadiendo en la actualidad.

La aportación de este libro está en consonancia con los estudios de estos investigadores que dedican también su estudio a los procesos visuales relacionados con la lectura y el aprendizaje, como los que relacionan la dislexia con dificultades para leer y muestran que los disléxicos pueden tener dificultades de la conciencia fonológica (Hornickel & Kraus, 2013; see Gabrieli, 2009; Goswami, 2003), pero también existen otros factores neurocogntivos de riesgo (Franceschini, Gori, Ruffino, Pedrolli,& Facoetti, 2012; Franceschini et al., 2013) y específicamente dificultades visuales para leer (Gori, S. & Facoetti, 2015). Los autores de estos estudios proponen profundizar en estos conocimientos con la finalidad de llevar a cabo la prevención de las dificultades y el desarrollo de las habilidades visuales para obtener un buen rendimiento lector, en clara línea de investigación a los conocimientos mostrados en el libro y a los que se propone la respuesta apropiada a través del programa de intervención de entrenamiento ocular y rendimiento lector.

El contenido del libro se organiza en cinco capítulos y aborda ya en el primero de ellos el papel del *cerebro, del ojo y su relación con la decodificación lectora; en el segundo, profundiza en la motilidad ocular*, para pasar en el tercer capítulo a la relación de los movimientos oculares para la lectura; posteriormente, en el capítulo cuarto, muestra diferentes modelos de lectura, para terminar en el capítulo final con un *programa de entrenamiento ocular y rendimiento lector*, diseñado y aplicado por ella misma.

Es destacable la amplia información que contiene, son abundantes las informaciones de cada apartado y las referencias que podemos encontrar de numerosos autores, investigadores y estudiosos del tema de la Optometría funcional de las últimas décadas en los que se basa la autora. Todo ello avala el nivel científico de los contenidos y consigue, de forma clara y precisa, dar la importancia que merecen los procesos visuales relacionados con el aprendizaje y la lectura.

Es evidente que la aplicación de éste libro hará mucho bien en los centros educativos para actualizar la formación de los profesores mediante el estudio de los avances científicos y las buenas prácticas educativas que se pueden llevar acabo. También podrán beneficiarse directamente los alumnos en el periodo del aprendizaje lector y en las siguientes etapas educativas para el desarrollo de la comprensión lectora y para superar las dificultades de aprendizaje en cualquier edad escolar. Los psicólogos escolares podrán disponer de un buen instrumento para la orientación psicopedagógica y padres y profesores podrán orientar y disponer de un buen instrumento para dar respuesta educativa a las demandas escolares en los procesos lectores de forma innovadora y eficaz y favorecer el éxito escolar.

Para terminar, quisiera agradecer de nuevo a la autora la oportunidad de compartir estas páginas y le animo a seguir trabajando con rigor, a investigar, a desarrollar e innovar, tal y como hace, por el bien de nuestros niños, adolescentes, jóvenes y toda la comunidad educativa. Siempre tendrá profesores, maestros, psicólogos, neuropsicólogos y científicos dispuestos a formar parte de sus equipos para avanzar por una mejor calidad, innovadora y eficaz. Espero con ilusión que siga adelante con su extraordinaria trayectoria, por la que la felicito de nuevo, y en palabras del Dr. Joaquín Fuster, uno de los grandes científicos internacionales, investigador del *Semel Institute for Neuroscience & Human Behavior* de la UCLA que el éxito perpetúe el éxito y nos lleve a transmitir felicidad a quienes nos rodean: *"el rendimiento cognitivo de un estudiante, con todas sus consecuencias académicas y sociales, tiene una influencia decisiva sobre la estabilidad emocional de aquel estudiante, su autoestima y su confianza en el futuro, en la escuela y en la sociedad. El éxito aumenta y perpetúa el éxito"*. Sigamos trabajando, pues, por la educación, la neuropsicología educativa y, lo más importante, por los niños y jóvenes y la mejora de una sociedad en la que nos gustaría vivir.

Índice

Agradecimientos 5

Prólogo 7

Introducción 12

Capítulo 1. Cerebro, ojo y decodificación lectora 14
1.1. Introducción 14
1.2. Vías sensoriales de la visión 15
1.2.2. La retina 16
1.2.3. Fotorreceptores 18
1.2.4. La vía visual 19
1.3. La corteza visual primaria: Pieza clave en la percepción de los grafemas 21
1.4. El cuerpo calloso. La importancia de la visión en profundidad para la lectura eficaz 23

Capítulo 2. Musculatura y motilidad ocular 27
2.1. Clasificación de los músculos oculares 27
2.2. Motilidad ocular 31
2.3. Disfunciones y parálisis de los movimientos oculares 34

Capítulo 3. Movimientos oculares y lectura 37
3.1. Lectura y Nistagmo 37
3.1.1. Movimientos oculares y habilidades visuales 37
3.1.2. Control del Sistema Nervioso Central en los movimientos oculares 39
3.2. Movimientos oculares determinantes en la lectura 46
3.2.1. Acomodación visual y lectura 46
3.2.2. Clasificación de los movimientos oculares durante el proceso lector 47
3.2.3. Relación de los movimientos oculares con el reconocimiento de los grafemas 54

Capítulo 4. Lectura: del grafema al fonema. 60
4.1. Enfoques sobre el estudio de la lectura 60
4.1.1. Enfoque cognitivo 62
4.1.2. Enfoque organicista 62
4.1.3. Enfoque neuropsicológico 63
4.1.4. Enfoque optométrico 66
4.2. Modelos de lectura 69
4.2.1. Componentes en el aprendizaje de la lectura 69
4.2.2. Modelo regido por datos o Procesamiento ascendente 74
4.2.3. Modelos regidos por conceptos 75
4.2.4. Modelos interactivos 76
4.3. Del grafema al fonema: reglas de conversión del grafema al fonema 78

Capítulo 5. Entrenamiento ocular y rendimiento lector. Modelos de ejercicios visuales para el profesor 84
5.1. Rendimiento lector y entrenamiento visual 84
5.2. Ejercicios recomendados para el entrenamiento oculo-motor 92
5.2.1. Ejercicios dirigidos a trabajar la discriminación visual: figura-fondo 92
5.2.2. Ejercicios dirigidos a mejorar la percepción de las posiciones espaciales 94
5.2.3. Ejercicios dirigidos al entrenamiento del análisis visual 95
5.2.4. Ejercicios de coordinación y habilidades de pensamiento 96
5.2.5. Ejercicios dirigidos a mejorar las habilidades viso-espaciales y perceptuales 96
5.2.6. Ejercicios dirigidos a mantener la constancia perceptual y posicionamiento en el espacio97
5.2.7. Ejercicios dirigidos al desarrollo de la Memoria Visual 98
5.2.8. Ejercicios dirigidos al desarrollo de la atención espacial selectiva y las habilidades visuales 102
5.2.9. Ejercicios visuales dirigidos a la mejora del campo visual o de reconocimiento y su implicación en el aula 104
5.2.10. Ejercicios visuales dirigidos a fomentar la integración binocular y determinadas habilidades perceptivas 105

Referencias 111

Coordinación y Autoría 131

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.

Ver es una actividad que implica una determinada armonía entre una gran variedad de factores, entre los que, principalmente desarrolla un papel importante, la agudeza visual. Sin embargo, si en la interacción de todas las funciones involucradas en el acto de ver, una o varias fallan, la agudeza visual puede ser normal pero la visión no sería confortable. Es decir, los requerimientos visuales de los niños y niñas de Educación Primaria han aumentado en un lapso de tiempo, tan breve, que el sistema visual no ha podido evolucionar al ritmo que se han modificado las demandas. En este contexto las investigaciones han proliferado en el campo de la clínica ocular y de la optometría funcional a través de la terapia visual y de la Optometría pediátrica. Sin embargo, en el mundo de la educación, las investigaciones más recientes como el Informe Pisa 2007, nos revelan las diferentes conclusiones sobre lectura y aprendizaje en relación con el sexo y la edad.

Por ello, el presente libro propone, en el ámbito de la mejora del rendimiento lector, la realización en la clase de un tratamiento en forma de modelos de ejercicios visuales dirigido al maestro de aula consistente en una serie de juegos y ejercicios visuales que incidan positivamente en la mejora de la comprensión y velocidad lectora y en un aumento del número de movimientos visuales (sacádicos) que el alumno/a realizan por segundo.

En el primer capítulo se revisa la fisiología ocular basada en la neurología y las bases psicológicas de la percepción visual y su relación con los procesos de decodificación lectora.

En el segundo capítulo se recoge la clasificación de los diferentes músculos oculares y la importancia de la motilidad en el rendimiento lector, haciendo un especial apartado a las disfunciones y parálisis de los músculos oculares por considerar un factor determinante en los procesos de lectura y escritura.

En el tercer capítulo se ha tratado de reflejar los movimientos oculares y las habilidades visuales importantes en el desarrollo del aprendizaje de la lectura y su implicación en el Sistema Nervioso Central. Estableciendo una clasificación de estos movimientos que se producen durante el proceso de decodificación y su relación con los procesos de conversión del grafema al fonema.

El cuarto capítulo se dedica a la lectura y a las reglas de conversión del grafema al fonema. En este apartado quedan reflejados los principales modelos de lectura y las aportaciones de diferentes autores sobre las pautas pedagógicas adecuadas para proceder a la enseñanza de la lectura en los alumnos/as de Educación Primaria. Cabe destacar la transparencia de nuestra lengua, el castellano, que facilita notablemente este aprendizaje, aunque la dificultad en el aprendizaje de las reglas de conversión depende de dos factores, la frecuencia y la variabilidad, los grafemas frecuentes e invariantes se aprenden con mayor facilidad y cada nueva asociación fonema-grafema debe agregarse a las aprendidas anteriormente (sobre aprendizaje) con el fin de asegurar su automatización.

Finalmente, en el quinto y último capítulo se explican los ejercicios visuales que inciden en la mejora del rendimiento lector como un programa de entrenamiento óculo- motor con una base lúdica que son susceptibles de aplicación práctica en el aula.

El conjunto de ejercicios visuales consiste en realizar los juegos oculares manteniendo el componente lúdico que caracteriza el proceso de enseñanza-aprendizaje propio de estas edades (Decroly, 1932). Sin embargo, el objetivo de este libro ha sido diseñar una serie de juegos visuales que ejerciten la musculatura y los movimientos visuales con el fin de mejorar en la lectura, tanto en velocidad como en comprensión, y constituir de esta forma una relación en la automatización de los procesos de conversión del grafema al fonema.

Este recorrido ha permitido establecer los aspectos más relevantes a considerar en la correspondencia del entrenamiento óculo motor con la lectura eficaz y proponer un plan de ejercicios visuales que incidan en el rendimiento lector del alumno.

Capítulo 1. Cerebro, ojo y decodificación lectora

1.1. Introducción

La concepción que tenemos en la actualidad sobre las bases fisiológicas de la percepción es el resultado de una larga serie de especulaciones e investigaciones sobre el funcionamiento fisiológico de la mente.

Los primeros trabajos en este campo de estudio se concentraron en determinar las estructuras anatómicas que participan en el funcionamiento de la mente. Ya en el siglo IV a.C., Aristóteles (384-322 a.C.) afirmó que el corazón, y no el cerebro, era la sede de la mente y el alma. Posteriormente, sus discípulos corrigieron este error e identificaron el cerebro como la sede de la mente.

Cabe destacar la influencia que han recibido los diversos estudios sobre el cerebro de las tecnologías de cada época (Bloom, Lazerson y Hofstadter, 1985; Nelson y Bower, 1990). Por ejemplo, el médico griego Galeno comparaba el funcionamiento del cerebro con el de los acueductos y el sistema de drenaje de la antigua Roma. Más adelante, la tecnología siguió influyendo en las ideas. Así, el filósofo René Descartes (1596-1650) describió el cuerpo humano como una máquina que se asemejaba a los dispositivos mecánicos del siglo XVII. Por su parte Kepler (1571-1630), padre de la astronomía, pensaba que el ojo funcionaba como un instrumento óptico común que proyectaba las imágenes sobre los nervios sensoriales de la retina.

Hacia finales del siglo XIX, los investigadores ya habían demostrado que los nervios transmiten señales eléctricas. Johanes Mueller postuló, en 1842, la doctrina de las energías nerviosas específicas, que afirmaba que nuestras percepciones dependen de energías nerviosas que llegan al cerebro y que, además, la cualidad concreta que experimentamos depende de los nervios que se estimulen.

En la actualidad, las investigaciones se dirigen a desentramar los mecanismos fisiológicos de la percepción y en determinar la relación existente entre estímulo y las señales eléctricas, denominadas impulsos nerviosos, así como en establecer y explicar la relación existente entre estos impulsos nerviosos y la percepción (Goldstein, 2001).

1.2. Vías sensoriales de la visión

Para Hubel y Wiessel (1979), 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.

A este respecto, cobra importancia la correcta orientación de los ojos que se produce gracias al sistema óculo-motor, 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.

Según las investigaciones de Carpenter (1977), leemos con los ojos y nuestro proceso lector depende, en parte, del nivel de funcionamiento visual. Por esta razón, si conocemos las funciones visuales relacionadas con la lectura y las habilidades visuales necesarias para leer con eficacia, podremos aplicar procedimientos para enseñar a leer bien y para favorecer el gusto y la afición por la lectura. Sin embargo, encontramos un aspecto fundamental en el desarrollo de este trabajo, la relación entre ojo, cerebro y lectura.

Según los estudios de Nauta, Feirtag y Freeman (1986), el cerebro contiene un millón de millones de células, un número astronómico para cualquier estándar, pero podemos observar una evidencia mejor de la complejidad del cerebro en las interconexiones entre sus células. Una célula nerviosa típica del cerebro recibe información de cientos o miles de otras células nerviosas que, a su vez, transmiten información a cientos o miles de otras células.

El número total de interconexiones del cerebro debería ser, por tanto, alrededor de 10(14) o 10(15) (Barlow, 1990), un número bastante alto, pero aún no es un índice fiable de su complejidad. Esta complejidad anatómica no es simplemente un asunto de números, es más importante su compleja organización, ya que la utilidad es, principalmente, transmitir la imagen de un gran número de pequeñas partes organizadas con un orden preciso, cuyas funciones, separadas o juntas, nos aporta una idea de la complejidad de sus funciones.

Sabemos bastante acerca de la maquinaria del sistema visual y tenemos una buena idea de cómo inicia su trabajo el cerebro. Incluso hoy, amplias partes de él son todavía incógnitas, no solamente desde el punto de vista de cómo funciona, sino en términos de su utilidad biológica.

Podría decirse que el sistema nervioso consiste en un inmenso número de conexiones al azar, aunque de hecho el orden no es siempre obvio, incluso un simple vistazo a un libro como "Histología del Sistema Nervioso" de Ramón y Cajal debería ser suficiente para convencer a cualquiera de que la enorme complejidad del sistema nervioso está casi siempre acompañada de un convincente grado de organización.

Según los estudios de Tokuhama- Espinosa (2005), los principales ladrillos en la construcción del cerebro son las células nerviosas, pero no son las únicas células en el sistema nervioso, una lista de todos los elementos que componen el cerebro también incluiría las células gliales, que lo mantienen todo junto y probablemente también ayuden a nutrirlo y a eliminar los productos de desecho, los vasos sanguíneos y las células de que están hechas las distintas membranas que cubren el cerebro e incluso el cráneo, que lo aloja y lo protege.

Lejos de ser todas iguales, las células nerviosas se presentan en muchos tipos diferentes. Tal y como cabría esperar, las neuronas que tienen funciones similares o relacionadas se encuentran a menudo interconectadas y las células ricamente interconectadas se encuentran a menudo juntas, agrupadas en el sistema nervioso por la obvia razón de que los axones cortos son más eficaces, son más sencillas de hacer, ocupan menos espacio y envían sus mensajes a su destino más rápidamente (Jensen, 2004).

El cerebro, por tanto, contiene cientos de agregados de células que pueden tener la forma de pelotas o de platos apilados unos encima de otros y la corteza cerebral es un ejemplo de un único plato gigantesco de células, con un espesor de dos milímetros y un área aproximada de 1.000 centímetros cuadrados (Zeki, 1992).

Un buen ejemplo de un sistema conectado es la vía visual que, según estudios de Masland (1987), afirman que la retina de cada ojo se puede considerar un plato con tres capas de células, una de la cuales contiene las células receptoras sensibles a la luz, o los conos y bastones y, como se ha reflejado anteriormente, cada ojo contiene casi de 125 millones de receptores. Las dos retinas

envían su información a dos nidos de células, los cuerpos geniculados laterales, del tamaño de un cacahuete, en el interior del cerebro. Estas estructuras a su vez envían sus fibras a la zona visual de la corteza cerebral, en concreto, se dirigen a la corteza estriada o corteza visual primaria y desde allí, después de pasar de capa a capa a través de varios grupos de células conectadas sinópticamente, la información se envía a varia áreas visuales superiores vecinas, donde cada una de ellas envía información a varias áreas diferentes (Zeki, 1992). Cada una de estas áreas corticales contiene tres o cuatro estaciones sinápticas, lo mismo que la retina.

El lóbulo cerebral más posterior, el lóbulo occipital, contiene al menos una docena de estas áreas visuales (cada una del tamaño de un sello de correos), y muchas más están alojadas en los lóbulos parietal y temporal, justo por delante de él, pero ¿qué clase de información visual viaja a lo largo de un haz de fibras y cómo se modifica la información en cada región-retina, cuerpo geniculado lateral y los diferentes niveles de la corteza? Según las investigaciones de Dowling (1987), debido a que el cuerpo geniculado lateral recibe la mayor parte de su información de la retina, cada célula del geniculado recibirá conexiones de los conos y bastones, no directamente, sino por medio de otras células retinianas intermediarias. La población de conos y bastones que informan a una determinada célula de la vía visual no está dispersa por toda la retina, sino agrupada en un área pequeña; esta área de la retina se llama el campo receptor de la célula.

A partir de ahora vamos a concentrarnos en la visión, primero en la anatomía y fisiología de la retina, y después en la fisiología de la corteza estriada y su anatomía, describiendo los impresionantes patrones geométricos corticales que resultan del hecho de que las células con funciones similares tienden a agruparse juntas. Daremos la importancia que merece en relación con la lectura a la percepción, los mecanismos de percepción del color y la profundidad, la función de las fibras que conectan los dos hemisferios (el cuerpo calloso) y para finalizar, a la influencia de la experiencia durante épocas tempranas de la vida en el sistema visual.

1.2.2. La retina

Toda esta complicada superestructura existe en el interés por la retina que, por sí misma, es una estructura asombrosa. Las investigaciones de Dowling (1987) nos indican que la retina convierte la luz en señales nerviosas, lo que nos permite ver en condiciones de luminosidad, que oscilan desde la luz de las estrellas a la luz solar, discriminando longitudes de onda, de modo que podamos ver los colores y es lo suficientemente precisa como para que podamos detectar un pelo humano, o una mota de polvo, a varios metros de distancia.

La retina es la parte del cerebro que ha sido separada de él durante las etapas iniciales del desarrollo, pero que mantiene sus conexiones con el cerebro a través de un haz de fibras - el nervio óptico-, como muchas estructuras del sistema nervioso central, la retina tiene la forma de un plato, en este caso de un grosor aproximadamente de un cuarto de milímetro y consiste en tres capas de cuerpos neuronales separados por dos capas que contienen las sinapsis efectuadas por los axones y dendritas de estas neuronas. Según Rodick (1973), la fila de célula de la retina en la parte más posterior contiene los fotorreceptores, los bastones y los conos. Los bastones, que son mucho más numerosos que los conos, son responsables de nuestra visión en luz tenue y no funcionan con luz brillante (Michael, 1978), pero el número de conos y bastones varía notoriamente a lo largo de la superficie de la retina. En la parte más central, donde poseemos la mejor visión para los detalles finos, únicamente tenemos conos; esta región libre de bastones se denomina fóvea y tiene aproximadamente medio milímetro de diámetro. Sin embargo, los conos se distribuyen por toda la retina, pero se encuentran más densamente agrupados en la fóvea (Michael, 1978).

Como los conos y bastones se encuentran en la parte superior de la retina, la luz tiene que atravesar las otras dos capas para poder estimularlos, así que no comprendemos del todo por qué la retina se desarrolla de esta forma curiosa, de atrás hacia delante, una de las explicaciones posibles es que detrás de los fotorreceptores se sitúa una fila de células que contienen un pigmento negro, la melanina, que también se encuentra en la piel.

Según las investigaciones de Schnap y Baylor (1987), la melanina absorbe la luz que ha pasado a través de la retina, impidiendo que se refleje de vuelta y se difunda en el interior del ojo, es decir, tiene la misma función que la pintura negra dentro de una cámara.

Según las investigaciones de Gallego (1977), si nos desplazamos de atrás hacia delante, nos

encontramos con la capa media de la retina, entre los conos y bastones y la capa de células ganglionares de la retina. Esta capa contiene tres tipos de células nerviosas: células bipolares, células horizontales y células amacrinas, que pasamos a especificar una por una: Las células bipolares reciben su información de los receptores y muchas de ellas envían su información directamente a las células ganglionares. Las células horizontales unen los fotorreceptores y las células bipolares mediante conexiones relativamente largas que corren de forma paralela a las capas de la retina; de forma similar, las células amacrinas unen las células bipolares y las células ganglionares (Gallego, 1977). La capa de células situada en la parte frontal de la retina contiene las células ganglionares, cuyos axones cruzan la superficie de la retina, se agrupan en un haz en el disco óptico y abandonan el ojo para formar el nervio óptico. Cada ojo contiene aproximadamente 125 millones de conos y bastones, pero solamente un millón de células ganglionares (Gallego, 1977).

Se puede pensar que el flujo de información a través de la retina sigue dos caminos, un camino directo, de los fotorreceptores a las células bipolares y de éstas a las células ganglionares, y un camino indirecto, en el que las células horizontales se pueden encontrar interpuestas entre los receptores y las bipolares y las células amacrinas entre las células bipolares y las ganglionares. Estas conexiones ya fueron estudiadas en profundidad por Ramón y Cajal alrededor de 1900 y, siguiendo sus investigaciones en 1952, el camino directo es altamente específico o compacto, en el sentido de que un receptor o sólo unos pocos convergen en una célula bipolar, y solamente una o unas pocas células bipolares informan a una célula ganglionar.

El camino indirecto es más difuso o extenso a través de las conexiones laterales más amplias, por lo que el área total ocupada por los receptores de la capa más posterior de la retina, que informan a una célula ganglionar en la capa más frontal, directa e indirectamente, mide sólo aproximadamente un milímetro. Esta área es el campo receptor de la célula ganglionar, la región de la retina sobre la que, mediante la estimulación luminosa, podemos influenciar la descarga de la célula ganglionar. Esta organización general sirve para la totalidad de la retina, pero los detalles de las conexiones varían enormemente entre la fóvea, que corresponde exactamente a donde estamos mirando (el centro de nuestra mirada), donde nuestra capacidad para distinguir los detalles finos es más alta y la periferia, en la que la visión se vuelve relativamente tosca (Ramón y Cajal, 1952).

Los mapas de los campos receptores son especialmente útiles porque nos permiten predecir el comportamiento de una célula. Obviamente, nuestra visión depende completamente de la información que recibe el cerebro de los ojos y toda esta información llega al cerebro por los axones de las células ganglionares de la retina, cuantos más finos sean los detalles que llevan cada una de estas fibras, tanto más nítida será nuestra imagen del mundo. La finura de los detalles se mide mejor, no por el tamaño total de los campos receptores, sino por el tamaño del centro del campo receptor (Schnapf y Baylor, 1987). Un milímetro de la retina humana corresponde a un ángulo de aproximadamente 3.5 º, esto quiere decir que en una pantalla a una distancia de 57 milímetros, 1 milímetro en la pantalla corresponde a 1 grado que podemos comparar con la luna y el sol, que vistos desde la tierra, son aproximadamente del mismo tamaño, pero cada uno ocupa medio grado (Nicholls, Martin y Wallace, 1992).

Los campos receptores difieren en tamaño de una célula ganglionar a la siguiente, en particular, los centros de los campos receptores varían marcada y sistemáticamente en tamaño, son más pequeños en la fóvea, la parte central de la retina, en la que nuestra agudeza visual –nuestra habilidad para distinguir pequeños objetos- es mayor; se hacen progresivamente mayores cuanto más nos alejamos de ella, y concomitantemente nuestra agudeza disminuye de forma progresiva (Schnapf y Baylor, 1987).

Una vez detallados los campos receptores como parte importante de la retina, vamos a referirnos a los reflejos ópticos, ya que la llegada de luz a la retina provoca la contracción pupilar y, al contrario, el oscurecimiento del campo visual produce dilatación pupilar. Este reflejo, por una parte, protege la retina de un exceso de luz y, por otra, permite que llegue a la retina luz suficiente para la formación de la imagen (Nicholls, Martin y Wallace, 1992), es el mismo proceso que tiene lugar en el diafragma de una cámara fotográfica, pero el reflejo no es consciente, y por tanto, no precisa llegar a la corteza cerebral. Las fibras aferentes del reflejo se originan en la retina y discurren por el nervio óptico, quiasma óptico y cintilla óptica. Antes de llegar al cuerpo geniculado externo, como el resto de las fibras de la retina, abandonan la cintilla óptica desviándose hacia los tubérculos cuadrigémi-

nos de la parte posterior del mesencéfalo, desde allí conectan, por neuronas intermedias, con ambos núcleos del III par craneal, en concreto, con su parte parasimàtico o núcleo de Edinger-Westphal, (Watson, 1976) allí hacen sinapsis con los núcleos de ambos lados, lo que explica la contracción de la pupila del otro ojo o reflejo consensual.

A este respecto, el reflejo de acomodación, también llamado de la visión próxima, que incluye además convergencia y miosis, se lleva a cabo por vías distintas a las del reflejo pupilar, la principal diferencia estriba en que el reflejo de acomodación sí precisa llegar a la corteza visual. Los tres procesos son reflejos y pueden desencadenarse voluntariamente fijando deliberadamente la atención en un objeto cercano (Hubel y Wiesel, 1979). Desde el núcleo de la acomodación salen conexiones para los subnúcleos (de ambos lados) de los músculos rectos internos (para la convergencia) y para los de Edninger –Westphal cuya estimulación produce miosis y acomodación, así con el nervio óculo-motor común llegan todos los impulsos hasta la órbita, las fibras motoras para el recto interno, se dirigen a este músculo (convergencia) y las fibras parasimpáticas, después de hacer sinapsis en el ganglio ciliar, se dirigen con los nervios filiares cortos hasta el esfínter de la pupila (miosis) y el músculo ciliar (acomodación) (Schoffeniels, G; Franck, D y Hertz, L, 1978).

1.2.3. Fotorreceptores

Pasaron muchos años antes de que la fisiología de los receptores, células bipolares, células horizontales o amacrinas progresara en gran medida. Pero en los últimos años, nuestra compresión del modo en que un bastón o un cono responden a la luz ha crecido enormemente, tanto que uno tiene la sensación de comenzar a entender, por fin, cómo funcionan. Siguiendo las investigaciones de Schnapf y Baulor, (1987) los bastones y conos difieren en varios aspectos. La diferencia más importante es su sensibilidad relativa, ya que los bastones son sensibles a la luz tenue mientras que los conos requieren una luz mucho más intensa y, como anteriormente se ha descrito, las diferencias en su distribución en la retina, siendo la más notable la ausencia de bastones en la fóvea.

Los fotorreceptores difieren en la forma, a saber, los bastones son largos y delgados y los conos son más cortos y afilados, así, tanto los bastones como los conos contienen pigmentos sensibles a la luz. Todos los bastones tienen el mismo pigmento, mientras que existen tres tipos de conos, y cada tipo contiene un pigmento visual diferente, pero los cuatro pigmentos son sensibles a diferentes longitudes de onda de la luz y en el caso de los conos estas diferencias constituyen la base de nuestra visión del color (Tomita, Kaneko, Murakami y Pautler, 1967). Los receptores responden a la luz mediante un proceso denominado decoloración, en este proceso una molécula de pigmento visual absorbe un fotón, o unidad simple de luz visible y, como consecuencia, se transforma químicamente en otro compuesto que absorbe la luz peor, o quizás difiere en su sensibilidad a una determinada longitud de onda, (Schnapf y Baulor, 1987) prácticamente en todos los animales, desde los insectos a los humanos e incluso en algunas bacterias, este pigmento receptor es una proteína acoplada a una pequeña molécula relacionada con la vitamina A, que es la parte que se transforma químicamente por la luz (Wald, 1954). Gracias en gran parte al trabajo de George Wald en Harvard durante la década de los 50, ahora sabemos mucho sobre la química de la decoloración y la reconstitución subsecuente de los pigmentos visuales, la mayoría de los receptores sensoriales ordinarios, químicos, térmicos o mecánicos, se despolarizan en respuesta al estímulo apropiado, del mismo modo que los nervios se despolarizan en respuesta a un estímulo excitador; la despolarización conlleva la liberación de neurotransmisores en los términos axonales.

Es importante, llegados a este punto, hacer una referencia a la importancia de las células bipolares y horizontales. Siguiendo los estudios de Wald (1964), las células horizontales y bipolares se encuentran, junto con las células amacrinas, en la capa media de la retina. Las células bipolares ocupan una posición estratégica en la retina, ya que todas las señales que se originan en los receptores y llegan a las células ganglionares deben pasar a través de ellas, esto quiere decir, que forman parte de ambos caminos, el directo y el indirecto. Por el contrario, las células horizontales forman parte únicamente del camino indirecto. Las células horizontales, son mucho menos numerosas que las células bipolares, que son las que predominan en la capa media.

El hallazgo de que los campos receptores de las células bipolares tenían centro-periferia y que eran de dos tipos, provino de los registros intracelulares efectuados, por primera vez, por John

Dowling y Frank Werblin en los Laboratorios de Biología de Harvard y por Akimichi Kaneko en la Facultad de Medicina de Harvard. La siguiente pregunta es ¿Cómo se forman estos receptores? Para contestarla tenemos que comenzar examinando las conexiones de los receptores, células bipolares y células horizontales.

Las células horizontales son importantes porque son, probablemente y al menos en parte, responsables de la periferia del campo receptor de las células ganglionares de la retina y representan la parte del camino indirecto sobre la que más sabemos. Son células con las terminales de muchos fotorreceptores distribuidos en un área que es amplia comparada con el área que informa directamente a una única célula bipolar, por lo que cada fotorreceptor contacta con ambos tipos de células de segundo orden, bipolar y horizontal (Schnapf y Baylor, 1987).

Los mensajes que el ojo envía al cerebro pueden tener poco que ver con la intensidad absoluta de la luz proyectada en la retina porque las células ganglionares no responden bien a cambios de luz difusa; lo que la célula señala es el resultado de una comparación entre la cantidad de luz que impacta un cierto punto de la retina con la cantidad media de luz que ilumina su periferia inmediata (Loomis, 1990). Consideremos este ejemplo relacionado con la lectura: un periódico tiene la misma apariencia, papel blanco, letras negras, lo vemos en una habitación con luz tenue o en la playa en un día de sol, supóngase que, en cada una de estas dos situaciones, medimos la luz que llega a nuestros ojos del papel blanco y de las letras negras de los titulares, en la siguiente tabla se pueden leer las cifras tomadas en la Facultad de Medicina de Harvard.

Tabla 1. Intensidad de la luz inside and outside (Loomis, 1990).

	Fuera en el aula	**Dentro en la facultad**
Papel blanco	120	60
Letras negras	12	6.0

Las cifras por sí mismas son perfectamente verosímiles, la luz afuera es evidentemente veinte veces más intensa que la luz en la habitación, y las letras negras reflejan aproximadamente un décimo de la luz que refleja el papel blanco, pero estas cifras son asombrosas la primera vez que se ven, ya que nos dicen que las letras negras en el exterior envían el doble de luz a nuestros ojos que el papel blanco bajo la luz de una habitación. Claramente, la apariencia del negro y del blanco no es una función de la cantidad de luz que refleja un objeto, lo importante es la cantidad de luz relativa a la cantidad reflejada por los objetos que los rodean.

¿Por qué debemos enseñar a leer en texto negro sobre fondo blanco?

La conclusión de lo anterior es que "negro" y "blanco" son algo más que conceptos físicos, son términos biológicos, el resultado de una computación realizada por nuestra retina y cerebro sobre la escena visual. De hecho, el color de un objeto está determinado, no solamente por la luz que procede de él, sino también, y en un grado tan importante como en el caso del blanco y negro, por la luz procedente del resto de la escena. Como resultado, lo que vemos es independientemente no solamente de la intensidad de la fuente de luz, sino también de su composición exacta de la longitud de onda, esta es la razón de que los textos escolares estén escritos en letra negra sobre fondo blanco (Facultad de Medicina de Harvard, 1990).

1.2.4. La vía visual

Los tres componentes principales del sistema visual son el ojo, el núcleo geniculado lateral, en el tálamo y el área receptora visual del lóbulo occipital (Goldstein, 2001). Este área receptora visual también recibe el nombre de cortex estriado, debido a las estrías blancas que contiene, que son creadas por las fibras nerviosas que transcurren por esta área (Glickstein, 1988). Además, hay áreas de procesamiento superiores para la vista fuera del cortex extraestriado, que incluyen áreas en los lóbulos temporal, parietal y frontal.

Es importante detenernos en la compleja red de neuronas que forman la retina, que es el revestimiento de la parte posterior del ojo (Masland, 1987). Los receptores y los siguientes dos esca-

lones se encuentran en la retina; estos receptores son los conos y los bastones, pero es relevante la función del nervio óptico, que lleva toda la información procedente de la retina. Es un haz de axones de las células retinianas del tercer escalón, denominadas "células gangliomares de la retina". Entre los receptores y las células ganglionares se encuentran unas células intermediarias, de las cuales las más importantes son las células bipolares.

Según los estudios de Strata, O.Hall, llen, y Crescitelli (1969), el nervio óptico continúa hasta una estación profunda en el cerebro, el cuerpo geniculado lateral que tras, únicamente, un conjunto de sinapsis, envía su información de salida a la corteza estriada que contiene 3 o 4 escalones.

Continuando en la vía visual explicaremos el órgano que frecuentemente se ha comparado con una cámara, el ojo.

Vamos a ver que la contribución de la retina por sí misma es impresionante, según los estudios de Rodieck (1973), traduciendo la luz en señales nerviosas, comienza el trabajo de extraer del entorno lo que es útil e ignorar lo que es redundante. Ninguna inversión humana, incluidas las cámaras asistidas por ordenadores, puede, ni siquiera, comenzar a competir con el ojo y nos centraremos en la parte neural de este: la retina, pero vamos a comenzar con una breve descripción del globo ocular, el aparato que hospeda la retina y la provee con imágenes nítidas del mundo exterior.

La función colectiva de las partes no retinianas del ojo es la de mantener una imagen clara y enfocada del mundo exterior, anclada en las dos retinas, cada ojo se mantiene en su órbita por los seis pequeños músculos extraoculares y que, posteriormente explicaremos a lo largo del trabajo. Según Carpenter (1977), que existan seis para cada ojo no es un accidente, consisten en tres pares, con los músculos de cada par trabajando en oposición para efectuar los movimientos en cada uno de los tres planos ortogonales (perpendiculares), para unos pocos minutos de arco, pues si no, veríamos doble, estos movimientos tan ajustados requieren un conjunto de reflejos afinados muy precisos, incluidos los que controlan la posición de la cabeza.

Aproximadamente 2/3 de la refracción de la luz necesaria para enfocar ocurre en la interfase aire-córnea, por la que la luz entra en el ojo (Moses y Hart, 1988). Un conjunto de músculos radiales, denominados músculos ciliares, producen estos cambios de forma, continuando con Carpenter (1977), el reflejo que contrae los músculos ciliares para hacer que el cristalino se vuelva más esférico depende de la información visual que llega a nuestros ojos y está íntimamente ligado al reflejo que controla el movimiento hacia dentro de los ojos.

Dentro del globo ocular adquiere especial importancia el nervio óptico, ya que los axones sin mielina de las células ganglionares, que forman la capa de fibras nerviosas, se angulan 90º al llegar a la papila y, para abandonar el globo ocular, tienen que atravesar una zona cribiforme de la esclerótica, la lámina cribosa (Jensen, 2004). La región preliminar es la más anterior del nervio óptico. Esta porción del nervio es de aproximadamente de 2 mm de extensión y es una localización frecuente de lesión, ya que soporta la transición entre la presión intraocular y la intracraneal y tiene una irrigación doble (Van Essen y Maunsell, 1983).

Según los estudios de Schaltenbrand (1969), la porción retrolaminar del nervio óptico es embriológica y anatómicamente más parecida a la prolongación del cerebro que a un par craneal, y está recubierto por las tres meninges: duramadre, aracnoides y piamadre, delimitando un espacio subaracnoideo LCR (líquido cefalorraquídeo). El espacio subaracnoideo del nervio óptico está en continuidad con el intracraneal, por tanto, un aumento de la presión intracraneal se transmite directamente al espacio subaracnoideo que rodea el nervio óptico. Aproximadamente 1 cm por detrás del globo ocular, la rama principal de la arteria oftálmica (que entra en órbita por el conducto óptico junto con el nervio del mismo nombre) se introduce en el nervio óptico por su cara inferior y, desde una posición central, emerge en el centro de la papila como arteria central de la retina.

Para Leigh, Zee y Davis (1990), la porción infraorbitaria o retrobulbar del nervio óptico (recordemos que el conducto óptico es el canal situado en el ala menor del esfenoides y comunica la cavidad intracraneal con la órbita) tiene un recorrido. Este trayecto del nervio tiene aproximadamente 3 cm de largo, siguiendo un curso algo sinuoso por ser más larga su extensión que la distancia real, permitiendo esto que los movimientos del ojo no se queden en el nervio óptico tenso. En el vértice de la órbita, el nervio entra en el conducto óptico pasando a través del anillo tendinoso de Zinn

(origen de los músculos rectos superior, inferior e interno). Este conducto óptico tiene de 5 a 10 mm de largo y contiene, además del nervio óptico, la arteria oftálmica.

Una vez revisado el nervio óptico vamos a hacer referencia a otro componente importante del ojo, nos referimos al quiasma óptico que, según los estudios de Glasser, Trobe y Post (1978), éste resulta de la fusión de los dos nervios ópticos, por lo que las caras superior e inferior del quiasma están en contigüidad con el suelo del III ventrículo. El diámetro anteroposterior del quiasma es de aproximadamente 8 mm, (Wilson y Meyers, 1963).

La mayor parte de las fibras que proceden de la retina salen del quiasma por su superficie dorsal para entrar directamente en el hipotálamo y hacer sinapsis con los núcleos del sistema neuroendocrino. Esta conexión representa la base anatómica de la influencia de la luz/oscuridad en los ciclos circadianos (biorritmos) de producción de hormonas (Trobe, Glasser y Post, 1978).

Por último, vamos a referirnos a la cintilla óptica que comienza en la escotadura posterior del quiasma y está separada de la del otro, por el tallo hipofisiario, por debajo, y por el III ventrículo por arriba (Crick, 1979).

Cada cintilla termina en el núcleo más posterior y lateral del tálamo, el cuerpo geniculado externo, pero no todas las fibras de la cintilla terminan allí; existe un haz de fibras que abandona la cintilla antes de llegar al núcleo talámico y se dirige medialmente hacia la región posterior del mesencéfalo (Crick, 1979), como estudiaremos al hablar del reflejo pupilar, estas serán las fibras retinianas que forman el brazo aferente del reflejo pupilar a la luz.

1.3. La corteza visual primaria: Pieza clave en la percepción de los grafemas

La corteza visual es quizás hoy la parte mejor comprendida del cerebro y es, ciertamente, la parte mejor conocida de la corteza cerebral. Gracias a los estudios de Hubel (1982), sabemos para qué sirve, que es lo mismo que decir que conocemos qué hacen sus células nerviosas la mayor parte del tiempo en un día cualquiera de la vida de una persona y, de manera general, cómo contribuye el análisis de la información visual.

Este estado de conocimiento es bastante reciente, y se puede recordar que en la década de los 50 al mirar en el microscopio una sección de la corteza visual, se veían los millones de células apretadas como huevos en una cesta… (Hubel, 1982). Hacía mucho tiempo que se sabía que las regiones de la corteza en la parte posterior del cerebro humano eran importantes para la visión, en parte, porque hacia el final del siglo pasado se descubrió que los ojos efectuaban conexiones, a través de una estación intermedia, con esta parte del cerebro (Glickstein, 1988).

Sabíamos que las fibras del nervio óptico establecen sinapsis con células del cuerpo geniculado lateral y que los axones de las células del cuerpo geniculado lateral terminan en la corteza visual primaria, también estaba claro que estas conexiones, de los ojos al geniculado lateral y del geniculado a la corteza, se encuentran organizadas topográficamente, (Gliscksgein, 1989). Una muestra de evidencia de que la vía visual está organizada topográficamente, importante y largamente reconocida, proviene de la observación clínica, ya que si se lesiona cierta parte de la corteza visual primaria, se desarrolla una ceguera local, como si se hubiera destruido la parte correspondiente en la retina.

El mundo visual se encuentra, por tanto, representado sistemáticamente en el geniculado y en la corteza (Gliscksgein, 1989).

Según las publicaciones de Davson (1980), podemos decir que, en primer lugar, podríamos esperar que al explorar nuestro entorno visual, dejamos que nuestros ojos vaguen libremente en un movimiento continuo y suave; lo que nuestros dos ojos hacen, de hecho, es fijarse en un objeto, por lo que primero ajustamos las posiciones de nuestros ojos de forma que las imágenes del objeto se reflejen en las dos fóveas; mantenemos esa posición durante un breve período, alrededor de medio segundo y entonces nuestros ojos saltan repentinamente a una nueva posición fijándose en una nueva diana, cuya presencia en algún lugar del campo visual se ha revelado a sí misma, bien porque se ha movido ligeramente, bien porque contrasta con el fondo, bien porque presenta una forma interesante.

Durante el salto o sacada, que es la traducción francesa de sacudida o movimiento rápido, los ojos se mueven tan rápidamente que nuestro sistema visual ni siquiera responde al movimiento

resultante de la escena a través de la retina. No nos damos cuenta del cambio tan brusco, porque la visión puede también, en cierto sentido, apagarse durante los movimientos sacádicos mediante un complejo circuito que une los centros responsables de los movimientos oculares con la vía visual. Explorar una escena visual, leyendo o simplemente mirando alrededor se convierte en un proceso en el que nuestros ojos saltan en rápida sucesión de un lugar a otro (Hutton y Ettinger, 2006).

Una monitorización detallada de los movimientos oculares muestra, de forma muy pintoresca, cuán inconscientes somos de todo eso. De esta forma, el primer hecho es que, en la exploración visual, nuestros ojos saltan de un punto de interés a otro y no podemos explorar una escena estacionaria desplazando nuestros ojos sobre ella en un movimiento continuo porque el sistema visual se desplaza como ocurre cuando miramos a través de la ventana de un tren, seguimos fijándonos en un objeto y manteniendo la fijación moviendo nuestros ojos hasta que el objeto se sale de nuestro alcance, momento en el que efectuamos un movimientos sacádico a un nuevo objeto. Esta secuencia completa, un rastreo suave, digamos hacia la derecha, y entonces un movimiento sacádico hacia la izquierda, se denomina nistagmo. Podemos ver esta secuencia en cualquier momento fijándonos en los ojos de un compañero de tren según mire por la ventana una escena que pasa (Hutton y Ettinger, 2006).

El proceso de realizar movimientos sacádicos hacia objetos de interés, para captar sus imágenes en la fóvea, se lleva a cabo en gran parte por el colículo superior, tal y como mostrara Peter Shiller en una impresionante serie de artículos en la década de los 70. El segundo grupo de hechos acerca de cómo vemos es todavía menos intuitivo, ya que cuando miramos una escena estacionaria fijándonos en algún punto de interés, nuestros ojos se anchan en dicho punto, tal y como acabamos de describir, pero el anclaje no es absoluto. A pesar de los esfuerzos que hagamos, los ojos no se mantienen perfectamente quietos, sino que hacen movimientos constantes muy pequeñitos denominados “micro-sacadas”; estos ocurren varias veces por segundo, son más o menos fortuitos en la dirección y de aproximadamente 1 o 2 minutos de arco de amplitud.

En 1952 Lorring Riggs y Floyd Raliff, en la Universidad de Browm y Ditchburn y Ginsborg, en la Universidad de Reading, de forma simultánea e independiente, encontraron que si una imagen es estabilizada óptimamente en la retina, de forma artificial, eliminando cualquier movimiento en reacción a la retina, la visión se desvanece después de aproximadamente un segundo y la escena se vuelve vacía. Esto significa que el movimiento artificial de la imagen en la retina, incluso uno muy pequeño, hace que el punto reaparezca de inmediato. Evidentemente las microsacadas son necesarias para que continuemos viendo los objetos estacionarios, es como si el sistema visual, después de molestarse en hacer del movimiento un estímulo poderoso, conectando las células de forma que sean insensibles a los objetos estacionarios, tuviera que inventar entonces las microsacadas para hacer que los objetos estacionarios fueran visibles.

Podemos suponer que las células corticales complejas, con su alta sensibilidad al movimiento, están involucradas en este proceso, pero la selectividad direccional no está probablemente involucrada, porque los movimientos microsacádicos son aparentemente aleatorios en su dirección. Por otra parte, la selectividad direccional podría parecer muy útil para detectar movimientos u objetos sobre un fondo estacionario, tenemos que anclar el objeto y seguir su trayectoria en nuestros ojos y el resto de la escena se desliza entonces a través de la retina, un acontecimiento que, de otra manera ocurre sólo muy raramente. Dicho deslizamiento, con cada contorno de la escena moviéndose a través de la retina, tiene que producir una tremenda tormenta de actividad en nuestra corteza cerebral (Riggs y Raliff; Ditchburn y Ginsborg, 1952).

Hasta ahora, hemos hecho poca mención de la existencia de los dos ojos. Obviamente, nos tenemos que preguntar si algunas de las células corticales reciben aferencias de ambos ojos y, si es así, si ambas aferencias son iguales en general, cualitativa o cuantitativamente. Según las publicaciones de Barlow (1990), debemos retroceder, momentáneamente, al cuerpo geniculado lateral y preguntarnos si alguna de sus células puede verse influenciada por ambos ojos.

El cuerpo geniculado lateral representa la primera oportunidad para que la información de ambos ojos llegue conjuntamente a una célula individual, pero parece que allí está oportunidad se pierde porque los dos grupos de entradas se distribuyen en conjuntos de capas separadas, con poca

o ninguna oportunidad para combinarse, tal y como cabría esperar, de esta segregación; una célula del geniculado responde a un ojo y no al otro (Barlow,1990).

Vemos un poco más a los lados con ambos ojos, por supuesto, porque las retinas no se extienden tanto en la dirección temporal (hacia fuera) como se extienden hacia dentro (nasalmente). Sin embargo, la diferencia es sólo de aproximadamente 20-30 grados, (hay que recordar que el entorno visual está invertido y volteado en la retina, por la óptica del ojo), pero la gran diferencia entre la visión con un ojo y con los dos es el sentido de la profundidad, que más adelante veremos su importancia en relación con la lectura.

Podemos preguntarnos si las células binoculares responden mejor a ambos ojos que a uno. Los estudios de Gallego (1977), nos indican que muchas lo hacen, ya que los ojos separadamente pueden hacer poco o nada, pero ambos juntos producen una fuerte descarga, especialmente cuando los dos son estimulados de forma simultánea a través del entrenamiento de esta investigación, exactamente del mismo modo. Una clase especial de células binoculares, recibe aferencias, de tal forma, que responden específicamente a los objetos cercanos o lejanos y la veremos en el siguiente punto, sobre la estereopsis, estas conexiones entre las unidades celulares y los dos ojos ilustran una vez más el alto grado de especificidad de las conexiones en el cerebro, y por si eso no fuera suficientemente extraordinario, la mayoría de las conexiones parecen estar ya conectadas y listas para funcionar al nacer (Bullier y Girard, 1993).

1.4. El cuerpo calloso. La importancia de la visión en profundidad para la lectura eficaz

El cuerpo calloso, un enorme haz de fibras mielinizadas, conecta los dos hemisferios cerebrales y a su vez la estereopsis es un mecanismo para ver en profundidad y juzgar la distancia. Estas dos características del cerebro y de la visión no están íntimamente relacionadas, aunque una discreta minoría de las fibras del cuerpo calloso juega un pequeño papel en la estereopsis (Imbert, 1983).

El cuerpo calloso (traducción literal del latín “cuerpo duro”) es con mucho el haz de fibras más grande de todo el sistema nervioso; su población se ha estimado en unos 200 millones de axones, pero el número verdadero probablemente sea mayor, pues esta estimación se basa en la microscopía óptica más que en la microscopía electrónica (Poggio y Fisher, 1997), un número para ser contrastado con el millón y medio de cada nervio óptico y con los 32.000 del nervio auditivo. Su área de sección es de aproximadamente 700 mm2 comparada con unos pocos mm2 del nervio óptico y une ambos hemisferios cerebrales, junto con un fascículo relativamente pequeño de fibras denominado comisura anterior.

La palabra comisura significa un conjunto de fibras que conecta dos estructuras neurales homólogas en lados opuestos del cerebro o de la médula espinal, así pues, al cuerpo calloso se le denomina a veces la gran comisura cerebral (Poggio y Fisher, 1997).

Hasta aproximadamente 1950 la función del cuerpo calloso era un completo misterio. En raras ocasiones, el cuerpo calloso está ausente en los humanos al nacer en una anomalía denominada agnesia del cuerpo calloso. Sabíamos poco acerca de las conexiones detalladas en él; claramente conectaba los dos hemisferios cerebrales y se pensaba que unía precisamente áreas corticales correspondientes en ambos lados, incluso se asumía que las células de la corteza estriada enviaban axones al cuerpo calloso, para terminar exactamente en la parte correspondiente de la corteza estriada del lado opuesto (Polyack, 1957).

En 1955 Ronald Myers, un estudiante de doctorado que trabajaba bajo la dirección del psicólogo Roger Sperry en la Universidad de Chicago, realizó el primer experimento que reveló una función para este inmenso haz de fibras. Myers adiestró gatos y descubrió que podían realizar la misma tarea igual de rápido si un ojo se tapaba con un parche. Esto no parece realmente impresionante, ya que nosotros podemos efectuar fácilmente dicha tarea, pero la razón por la que es fácil, debe estar relacionada con la anatomía. Cada hemisferio recibe información de ambos ojos y una gran proporción de las células del área 17 recibe información de ambos ojos. Myers hizo entonces los experimentos más interesantes seccionando quirúrgicamente el quiasma óptico por la mitad mediante un corte en la línea media de delante atrás, cortando así las fibras que cruzan, pero dejando intactas las fibras que no cruzan, así pues el ojo izquierdo estaba conectado únicamente al hemisferio

izquierdo y el ojo derecho al hemisferio derecho. La idea era, en ese momento, entrenar al gato con el ojo izquierdo y examinarlo con el ojo derecho; si el gato actuaba correctamente, la información necesaria habría cruzado el hemisferio izquierdo al derecho a través de la única ruta que conocemos, el cuerpo calloso (Myers, 1956).

Myers realizó el experimento, cortó el quiasma óptico longitudinalmente, entrenó al gato con un ojo y lo examinó con el otro, y todavía el gato superó la prueba, por lo que el papel funcional de las estructuras que comunican los hemisferios se hizo evidente con los estudios que hizo Roger Sperry en animales a los que seccionaban el cuerpo calloso. En condiciones normales, cada hemisferio recibe una representación completa del campo visual, porque entre ellos hay un trasvase de constante información, pero, en el caso del cerebro dividido, si mostramos estímulos visuales en un solo campo visual, los estímulos sólo se proyectarán en un hemisferio contralateral. La falta de función del cuerpo calloso impide que la información pueda llegar al otro hemisferio (Walsh y Hoyt, 1969).

Según Walsh y Hoyt (1969), en condiciones normales, el cerebro tiene que funcionar como una unidad integrada, de modo que cualquier alteración patológica o funcional de la visión que comprometa la información audiovisual puede producir alteraciones en los procesos de lectoescritura y aprendizaje. Según las investigaciones de Penfield y Rasmussen (1959), para que el entorno visual pueda ser analizado, identificado e interpretado, la información tiene que ser procesada en las áreas de asociación visual superiores y conducidas hacia otras localizaciones analíticas de ambos hemisferios, así las áreas de un hemisferio, además de estar conectadas con las áreas homólogas del otro hemisferio, llevan información al lóbulo parietal del hemisferio izquierdo.

Los objetos situados en el campo visual derecho son integrados por la corteza visual izquierda y se transmiten a centros corticales superiores para su procesamiento. Del mismo modo, los estímulos visuales que llegan a la corteza visual derecha procedentes del campo visual izquierdo, deben pasar a través del cuerpo calloso al área parietal izquierda para su posterior interpretación (Walsh y Hoyt, 1969).

Recordemos que nuestro campo visual es de unos 180º; cada ojo ve 120º con una superposición en el centro de 60º, y también hemos analizado cómo los estímulos procedentes de cada retina siguen la vía visual hasta llegar al córtex, por lo que las dos hemirretinas conforman la visión binocular y se proyectan en el hemisferio contralateral. Cuando la información llega al córtex visual, para que la imagen sea interpretada correctamente, deben participar los dos hemisferios y la función visual debe ser binocular; por consiguiente, si el cuerpo calloso no transfiere la información correctamente y de forma rápida y sincronizada, aparecerán las disfunciones de integración interhemisférica, con las graves consecuencias que encontramos en el campo de los trastornos de aprendizaje de causa neurofuncional (Walsh y Hoyt, 1969).

Mientras leemos y escribimos, movemos nuestros ojos de izquierda a derecha atravesando la línea media. El resultado, entre otras alteraciones, es una interferencia de la comprensión lectora, porque el cerebro no registra la información completa y, al fallar la comprensión, los datos no se registran en la memoria inmediata (Kauffmann y Galaburda, 1989).

Según las investigaciones de Just y Carpenter (1987), la lectura, desde el punto de vista motor, requiere una elaboración interhemisférica para que el movimiento visual de izquierda a derecha sea uniforme. Cuando un niño tiene dificultades para cruzar la línea media, se presenta un conflicto de percepción e integración entre los dos hemisferios cerebrales que produce saltos de los ojos al cruzar la línea media, con muchas repercusiones al leer y escribir (Jensen, 2004). Así, toda disfunción binocular puede interpretarse como un problema de integración de la línea media. Cuando empezamos a leer por el lado izquierdo de la página, usamos la visión lateral izquierda del ojo izquierdo que se integra en el hemisferio derecho, pero, mientras movemos los ojos hacia el centro de la página, empezamos a utilizar los dos ojos simultáneamente, lo que requiere un trabajo sincronizado de ambos hemisferios. Cuando alcanzamos el lado derecho de la página, utilizamos la visión derecha del ojo derecho, que se elabora en el hemisferio izquierdo (Jensen, 2004).

Los fallos de sincronía contralateral, las disfunciones binoculares y los bloqueos del cuerpo calloso, generalmente, impiden alcanzar el grado de armonía requerido para que este movimiento de barrido sea eficaz y automático (Manga y Ramos, 1991). Del mismo modo, el fallo de la relación

interhemisférica y de la función binocular hace difícil que la escritura sea horizontal y paralela. Los niños con tendencia a realizar un trabajo monocular por la anulación de un ojo en visión próxima, suelen inclinar mucho el papel o las líneas al escribir, porque la horizontalidad de las líneas al escribir depende directamente del nivel de desarrollo del esquema corporal y de la función binocular equilibrada.

Veamos ahora la importancia de la función binocular e interhemisférica desde el punto de vista de la comprensión. Cuando leemos con los dos ojos, la información visual se convierte en lógica y lineal en el hemisferio izquierdo, mientras que el hemisferio derecho integra todo el flujo de palabras y las convierte en conceptos comprensibles. Según Ballesteros, Millar y Reales (1988), en el hemisferio izquierdo, decodificamos los datos, las cifras, las letras, las sílabas y las palabras, pero el verdadero significado depende del contexto en el que se encuentre cada uno de los elementos y eso es tarea del hemisferio derecho, así que para que la lectura sea veloz, eficaz y altamente compresiva, es fundamental contar con un sistema visual bien organizado y conectado a las áreas de asociación y decodificación (Johnston y McClelland, 1974).

La estrategia para juzgar la profundidad comparando las imágenes de nuestras dos retinas funciona tan bien, que muchos de nosotros no nos damos cuenta de esta habilidad porque la imagen que se proyecta en nuestras retinas es bidimensional. (Poggio y Fischer, 1977).

Para tener un simple ejemplo, los objetos circulares, a no ser que se vean de frente, producen imágenes elípticas, pero los podemos reconocer generalmente como circulares sin dificultad, y para hacer esto se requiere un sentido de profundidad. Esto está íntimamente relacionado con el reconocimiento de ciertos grafemas "o" (Holmes y O´Regan, 1981). Juzgamos la profundidad de muchos modos, algunos de los cuales son tan obvios que apenas requieren su mención.

Cambiando las direcciones relativas de los ojos, ajustando la convergencia o divergencia, se aproximarán las dos imágenes de un objeto sobre un rango estrecho de convergencia o de divergencia, así pues, en principio, el ajuste del cristalino o de la posición ocular podría decirnos la distancia de un objeto y muchos telémetros se basan en estos principios (Poggio y Fischer, 1977).

La estereopsis, quizás el mecanismo más importante para determinar la profundidad, depende de la utilización conjunta de ambos ojos (Julezs Bega, 1971) en cualquier escena con profundidad, nuestros dos ojos reciben imágenes literalmente diferentes, pero podemos convencernos de ello sencillamente mirando de frente y moviendo nuestra cabeza rápidamente, aproximadamente unos 10 cm a la derecha o a la izquierda, o alternando rápidamente los ojos, abriendo uno y cerrando el otro. Si estamos mirando un objeto plano, no veremos mucha diferencia, pero si la escena contiene objetos a diferentes distancias, observaremos cambios marcados (Poggio y Fischer, 1977).

Para resumir, la estereopsis, nuestra capacidad para ver en profundidad, depende de cinco principios y según las investigaciones de Poggio y Fisher (1977), tenemos varias claves de profundidad, tales como la oclusión, el paralelaje, la rotación de los objetos, el tamaño relativo, la sombra que producen y la perspectiva. Probablemente, la clave más importante sea la estereopsis, porque si nos fijamos en, o miramos a, un punto en el espacio, las imágenes del punto en nuestras dos retinas caen en las dos fóveas, cualquier punto que se juzgue a la misma distancia que el punto de fijación, proyecta sus dos imágenes en dos puntos, correspondientes a la retina.

Llegados a este punto es momento de relacionar la estereopsis con el proceso lector y su correspondiente eficacia. Para ello si queremos saber cómo favorecen las células del cerebro la estereopsis, la pregunta más sencilla que podemos formular es si existen células cuyas respuestas dependen exquisitamente de las posiciones horizontales relativas de las imágenes que se proyectan en las dos retinas (Frazier y Rayener, 1982).

Los fallos en la percepción estereoscópica y tridimensional producen dificultades para percibir correctamente el espacio visual, el relieve de la figura sobre el fondo, la distancia que existe entre los objetos y, por lo tanto, distorsionan el cálculo de las distancias que empobrecen la actividad motriz y dificultan el desarrollo del dibujo, según las investigaciones de Rayner, Inhoff, Morrison, Slowiaczek y Bertera (1981). Por este motivo, los niños de cinco o seis años que tienen problemas de estereopsis son incapaces de coger una pelota al vuelo, bajar unas escaleras corriendo o saltar sin miedo desde escasa altura. Por este motivo, además, los niños mayores que tienen problemas bi-

noculares son incapaces de dibujar con perspectiva y profundidad. Por el contrario, cuando un niño domina la estereopsis, puede ubicarse en el espacio y está en condiciones óptimas para continuar su aprendizaje visual con el menor consumo de energía y con la máxima eficacia en el procesamiento de la información.

Podemos resumir diciendo que las funciones más importantes del cuerpo calloso, respecto a la visión, según Rayner, Inhoff, Morrison, Slowiaczek y Bertera (1981), son:

1. Permitir que la información almacenada en un hemisferio esté disponible para el otro. La sección del cuerpo calloso impide la transferencia de información somática y visual desde el hemisferio derecho al área de Wernicke del hemisferio izquierdo y empobrece la función visual y la de asociación audiovisual (lectura).
2. Las áreas visuales específicas de los dos hemisferios se mantienen diferenciadas y cada área está conectada por separado con la homóloga del otro hemisferio, es el Cuerpo Calloso el que comunica y comparara las informaciones de las estructuras homólogas.
3. La integración visual es consecuencia de la función integrada de las áreas que procesan distintos atributos de una misma imagen, para que participen estas áreas y los dos hemisferios también deben intervenir el cuerpo calloso.
4. La buena organización de la visomotricidad barriendo el campo visual de izquierda a derecha requiere un trabajo coordinado de los dos hemisferios para el que es imprescindible la activación del cuerpo calloso.
5. La estereopsis, que es una propiedad binocular de alto nivel, es consecuencia directa de la fusión de las informaciones sensoriales procedentes de cada ojo a través del rodete del cuerpo calloso.

La percepción visual implica una buena visión binocular y una correcta integración de los dos hemisferios cerebrales ya que los dos ojos deben trabajar de forma coordinada sin que se produzca la supresión de ninguno y sin que aparezca diplopía o visión doble (Mitchell, 1982).

Los niños que presentan alteraciones de la binocularidad leen mejor en condiciones monoculares que binoculares (su lectura es mejor con un ojo que con los dos) porque, cuando trabajan en condiciones binoculares, ambos ojos compiten y se produce una perturbación de la información visual del córtex. La información se percibe fragmentada porque el cuerpo calloso no puede unificarla (Rayner, 1977).

Cada uno de los dos hemisferios accede sólo a una parte de dicha información. En estas condiciones, la lectura se convierte en una decodificación excesivamente analítica y el niño percibe una serie de datos y detalles aislados que carecen del contexto o bien en una percepción excesivamente global, obteniendo una imagen muy difusa del mensaje que contiene el texto en cuestión. Según las investigaciones de Rayner (1977), la integración perceptiva es el resultado de integrar lo global y la parte o el detalle, por lo que si la integración interhemisférica es correcta, las áreas perceptivas podrán desarrollar la función de decodificación y comprensión del mensaje.

En síntesis y para terminar este primer capítulo, podemos afirmar que casi todas las funciones mentales en las que podamos pensar, son funciones lateralizadas y esto se produce porque la información que llega al cerebro se separa en vías paralelas que dan un tratamiento distinto a la información. La información que tiene un interés especial para un hemisferio cerebral lo activa con más fuerza que al otro (Luria, 1977).

Capítulo 2. Musculatura y motilidad ocular

2.1. Clasificación de los músculos oculares

En este apartado vamos a reflejar los diferentes músculos oculares, clasificándolos en dos grupos principales, por un lado, los músculos intraoculares y, por otro, los músculos extraoculares. Estos últimos se presentan más detalladamente, pues son los más relevantes en esta investigación, por su relación directa con la motilidad ocular.

Con respecto a los músculos intraoculares, podemos afirmar, según estudios de Tweed y Wilis, (2001) que son lisos, no estriados e involuntarios y se componen, principalmente, del músculo ciliar, el músculo dilatador de la pupila y el esfínter de la pupila. Vamos a detallarlos uno a uno para facilitar su comprensión.

En primer lugar, el músculo ciliar se sitúa en el cuerpo ciliar siendo el protagonista de todo el proceso que se realiza en esta sección meridional del ojo (Jampel y Shi, 2006). Tiene forma de triángulo rectángulo formando un ángulo recto en su parte interior. Algunas de sus fibras nacen en el espolón escleral, en el ángulo de la cámara anterior, mientras que otras de estas fibras, lo hacen en el canal trabecular. Estas fibras, según las investigaciones de Scott (2003), son de tres clases: longitudinales, radiales y circulares y todo su conjunto se conoce como músculo de Brucke.

En segundo lugar, vamos a referirnos al músculo dilatador y al esfínter, de modo conjunto ya que el tamaño de la pupila está controlado por estos dos músculos. El esfínter de la pupila la contrae y el dilatador de la pupila es el encargado de abrirla o dilatarla. Sus diámetros oscilan entre 3 y 4,5 milímetros, aunque en la oscuridad pueden llegar a ensancharse desde los 5 a los 9 mm (Pastor, 2006). Según este autor, la inervación pupilar está regida por unos sistemas de reflejos dobles; por un lado, la inervación simpática que provoca la dilatación de la pupila (midriasis), y por otro, la inervación parasimpática que provoca la contracción pupilar (miosis). Sobre ambas vías tiene control la propia corteza cerebral, a través del tálamo y del hipotálamo, siendo su acción unas veces midriática y otras miótica.

Una vez vistos los músculos intraoculares vamos a hacer un breve paréntesis antes de tratar los extraoculares, en los denominados músculos palpebrales ya que, aunque no intervienen en la

motilidad ocular, sí son importantes pues constituyen los músculos lisos de los párpados.

Según Urtubia y Götzens (2002), los párpados poseen dos músculos antagonistas, el músculo orbicular y el músculo elevador del párpado superior. El músculo orbicular asegura el cierre de la hendidura palpebral y es un esfínter de naturaleza estriada, concéntrico a la hendidura palpebral. En su porción palpebral se distinguen, por un lado, el músculo de Riolano, cuyos haces rodean los canales excretores de las glándulas de Meibomio, y por otro lado, el músculo de Horner, o músculo lagrimar posterior, que ayuda a la secreción lacrimal y en su porción orbital recubre el hueso del anillo orbital produciendo una contracción bastante poderosa. Es inervado por fibras del VII par y, a menudo, se suele definir como una delgada lámina formada por fibras musculares estriadas, concéntricas a la hendidura palpebral, cuya función principal es cerrar los párpados, voluntaria o involuntariamente (parpadeo).

Según las investigaciones de Simonsz y Harting (2005), el segundo músculo del párpado, el músculo elevador del párpado superior, es un músculo estriado que nace en la cima de la órbita y termina en la piel del párpado superior, sobre la cara anterior del tarso. Es inervado por el III par y se extiende desde el vértice de la órbita (tendón de Zinn), hacia delante, formando un ancho abanico tendinoso, para terminar en la superficie anterior del tarso superior. Cerca del tarso emite finas prolongaciones hacia la piel que son las responsables de la formación del surco órbito-palpebral. Su función consiste en elevar el párpado superior hasta una altura de aproximadamente 1 cm cuando se contrae.

Además, ambos músculos ven reforzada su acción por las fibras lisas que constituyen, en cada párpado, el músculo de Müller (Urtubia y Götzens, 2002). Este músculo es inervado por el simpático y se desprende de la cara inferior del elevador del párpado superior para insertarse en el borde superior del tarso. Según investigaciones de Demer y Miller (2005), su función es colaborar con la elevación del párpado y mantener el tono del mismo, por esta razón, se denomina también accesorio del elevador del párpado superior.

Una vez realizado este breve paréntesis, vamos a detallar, más detenidamente, los músculos extraoculares por su especial relación con nuestra investigación y por su importancia con respecto a la motilidad ocular.

Los músculos extraoculares, siguiendo los estudios de Miller y Poukens (1987), se denominan así para diferenciarlos de aquellos músculos que están dentro del globo ocular, conocidos como músculos intrínsecos y que anteriormente hemos mencionado. Los hallazgos de diversas investigaciones (Parks, 2000) han demostrado que cada globo ocular tiene seis músculos extraoculares, los cuales, facilitan el posicionamiento de la línea de mirada en cualquier dirección deseada (dentro de los límites anatomo-fisiológicos).

Estos seis músculos estriados, que controlan el movimiento de los ojos, son: por un lado, cuatro músculos rectos (superior, inferior, externo e interno), que giran los ojos respecto a los ejes vertical y transversal y, por otro lado, dos músculos oblicuos (superior e inferior) que son los responsables de realizar este giro, pero oblicuamente (Miller et alii, 1990).

Según las investigaciones de Leighton (2003), están constituidos por fibras (estriadas o biestriadas) de distinta longitud que están situadas, en su mayoría, en forma paralela a la dirección de los músculos y se encuentran unidas entre sí, mediante tejido conectivo fibroso. La relación de estos músculos con las fibras nerviosas y las musculares es mayor que en los otros músculos estriados del cuerpo, porque el espesor de las fibras varía de 3 a 50 mm pudiendo agruparse funcionalmente en rápidas o lentas (Clark y Demer, 2002). Las rápidas, (las más gruesas) son, probablemente, las responsables de los movimientos rápidos de los ojos, especialmente los sacádicos.

Continuando con los músculos extraoculares, a nivel global, hacemos referencia a su composición, estudiada por Balioh, Yerrd y Honrubia (1980), y actualizada en los estudios de Leighton (2003). Es importante, entre los componentes de estos músculos, hacer referencia a la sustancia que propiamente forma el músculo y que se denomina vientre. Este está presente en los extremos los tendones (cintas de tejido conectivo) que se unen al hueso (principio del músculo) y al ojo en una zona que recibe el nombre de inserción (final del músculo). Esto se relaciona con la contracción, entendida como la dirección que toman las fibras, produciendo un acortamiento del músculo. Es

por esta razón, que el giro del ojo depende del músculo que se ha contraído. Esta contracción se produce por los nervios motores del ojo que llegan a la placa terminal de los mismos, donde se producen determinados impulsos nerviosos que provocan una transmisión de sustancia en el hueco microscópico existente entre ella y la fibra muscular.

Los músculos extraoculares poseen receptores especializados (husos musculares), formados por pequeños grupos de fibras inervadas con nervios sensoriales y motores. Gracias a los estudios de Parks (2000), sabemos que en cada músculo hay entre 12 y 50 de estos husos que proporcionan un continuo y constante índice de grado de tensión del músculo.

Antes de comenzar a detallar uno por uno los seis músculos que constituyen el conjunto de músculos extraoculares, es necesario aclarar algunos términos básicos que facilitarán la lectura de este apartado y que, desde la perspectiva de Shiller, True y Conway (1989), son importantes en relación a la musculatura y a los movimientos oculares:

- Órbita: definida, según estos autores, como la cavidad ósea que alberga el globo ocular, del que se mantiene separada por las fascias y la grasa periorbitaria. En este sentido, denominamos fascias, a las membranas de tejido conectivo que cubren, separan o aglutinan tanto a varios músculos como al septum orbitario y a otros órganos de la órbita y a la esclera o Cápsula de Tenon. En ocasiones, los músculos extraoculares están unidos a las paredes orbitarias y a otros músculos por tejido conectivo que realiza funciones de anclaje, por lo que su papel en las acciones musculares es esencial. Según Demer y Poukens (2002), la forma de la cavidad orbitaria se presenta como el origen de los músculos extraoculares, por lo que el posicionamiento frontal del globo ocular y el paralelismo relativo que debe guardar con respecto al otro globo ocular, junto con las poleas de las fascias, condiciona las acciones de cada uno de los músculos.
- Anillo de Zinn: según Miller y Robinson (1984), es el punto de fijación tendinoso que mantiene el ojo anclado con sus músculos y está directamente relacionado con las paredes nasales de las órbitas, que son paralelas entre sí. Estas paredes laterales son divergentes y forman un ángulo de 45° con las paredes nasales (Harper y Row, 1982).
- Fibras de inervación simple y fibras de inervación múltiple: siguiendo los estudios de Palmberg, (2001), existen cuatro tipos de fibras distribuidas de forma diferente entre las capas orbitaria y globular, por lo que el tipo de inervación puede ser simple o múltiple.

Las fibras de inervación simple son de "sacudida repentina" y de características muy similares a las fibras esqueléticas. Esto produce que generen fuerza durante la despolarización de la célula (Lee, 2002) y pueden dividirse en tres tipos (Rantala; Uhari; Saukkonen y Sorri, 1991). El primer tipo lo constituyen las fibras rojas que son altamente oxidativas (consumen mucho oxígeno) y resistentes a la fatiga, por lo que están directamente relacionadas con la mirada estable. El segundo tipo lo componen las fibras blancas, cuya característica más signficativa es que son mínimamente oxidativas y fatigables, es decir, utilizan mecanismos no oxidativos porque generan y consumen energía con mucha rapidez, esto hace que sean muy importantes durante los movimientos rápidos. Finalmente, el tercer tipo está referido a las fibras intermedias, que se consideran una combinación de las dos. De hecho, cabe mencionar que en la capa orbitaria sólo existen fibras rojas (responsables del mantenimiento de la mirada) y tónicas. Sin embargo, en la capa globular existen todo tipo de fibras, aunque, dominan en número las blancas (responsables de los movimientos rápidos) e intermedias (Morris, 1987).

Las fibras de inervación múltiple, a diferencia de las de inervación simple, son tónicas y existen en el músculo esquelético por lo que generan fuerza de forma continua. De esta afirmación de Rantala, Uhari, Saukkonen y Sorri (1991), se deduce que todos los tipos de fibras son activos durante los movimientos y durante la fijación estable. Sin embargo, el porcentaje de cada una de ellas es mayor dependiendo del tipo de movimiento.

Vamos a referirnos, una vez especificado algunos términos relacionados con la musculatura ocular, a los seis músculos que pertenecen al conjunto de músculos extraoculares, siguiendo las aportaciones de Leighton (2003).

1. Músculo recto inferior (muscle inferior rectus): Es el más corto de los cuatro músculos rectos, ya que se origina en la parte inferior del anillo tendinoso de Zinn y se alza por debajo del foramen

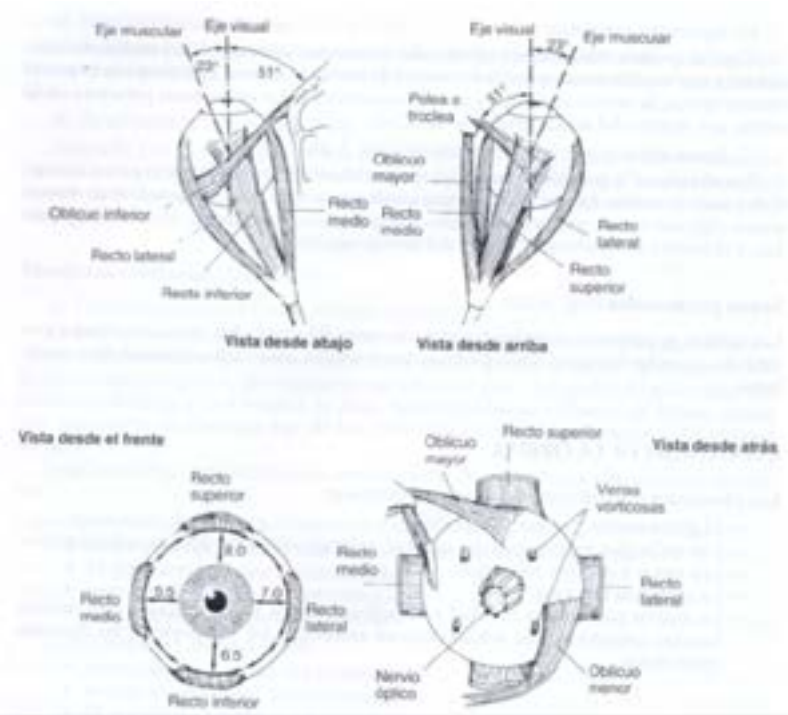
óptico, discurriendo hacia adelante, y algo lateral, a lo largo del suelo de la órbita formando un ángulo de 23° con la línea de mirada. Se inserta en la esclera a 6.5mm de la córnea mediante un tendón de 5.5mm. de longitud y la línea de inserción es de 9.8mm de anchura formando una línea convexa. Sus movimientos están referidos a la acción primaria en depresión, a la acción secundaria en extorsión y finalmente a la acción terciaria en abducción. Según las investigaciones de McClung (2006), es inervado por el III par craneal o Motor Ocular Común y su principal acción es bajar el globo ocular cuando el ojo está en posición primaria y torcer hacia el interior (adduce) Parks, Duane, Harper y Row (1982).

2. Músculo recto superior: (muscle superior rectus): Parks, Duane, Harper y Row (1982) afirman que el recto superior surge de la parte superior del anillo de Zinn, por encima y al lado lateral del foramen óptico, formando un ángulo de 23° con la línea de mirada. Se inserta en la esclera a 7.7mm del limbo mediante un tendón de 5.8mm de longitud y una línea de inserción oblicua de 10.6mm de anchura y curvada de forma convexa. Sus movimientos están referidos a la acción primaria en elevación, a la acción secundaria en intorsión y su acción terciaria en aducción. Según McClung (2006), el elevador del párpado se une ligeramente a él por fascias y es inervado por el III par o Motor Ocular Común. Su inervación se debe a la división superior del nervio oculomotor, es decir, sube (acción principal) y tuerce hacia el interior (abduce) del globo ocular cuando el ojo está exposición primaria.
3. Músculo recto medial o interno (muscle medial rectus): es el más grueso y potente de todos los músculos extraoculares, de hecho, tiene su origen en el anillo tendinoso de Zinn, en su parte interna y corre a lo largo de la pared medial de la órbita, insertándose en la esclera a 5.5mm del limbo por un tendón de 3.7mm de longitud. La línea de inserción es de 10.3mm de anchura y es recta y simétrica al meridiano horizontal. Sus movimientos se reflejan en la acción primaria, adducción, presentando mínima acción secundaria o terciaria, mientras es inervado por el III par craneal o Motor Ocular Común. Se inerva con la división inferior del nervio oculomotor, abduciendo el globo ocular cuando el ojo se encuentra en posición primaria (McClung, 2006).
4. Músculo recto lateral o externo (muscle lateral rectus): tiene su origen en la parte lateral del anillo tendinoso de Zinn, corriendo a lo largo de la pared lateral de la órbita de la que se separa por una pequeña cantidad de grasa periorbitaria. Se inserta en la esclera a 6.9mm del limbo mediante un tendón de 8.8mm de longitud, cuya línea de inserción es de 9.2mm, siendo vertical o ligeramente convexa y normalmente simétrica al meridiano horizontal, constituyéndose así como el músculo extraocular de mayor longitud. Sus movimientos se reflejan en la acción primaria, abducción, presentando mínima acción secundaria o terciaria, mientras es inervado por el VI par craneal o Motor Ocular Externo. Se manifiesta como el músculo que se lesiona con más frecuencia por estar más expuesto y su inervación se debe al nervio abducente, abduciendo el globo ocular, cuando el ojo está en la posición primaria (McClung, 2006).
5. Músculo oblícuo superior o mayor (muscle superior oblique): es el más largo y delgado de todos los músculos del ojo. Se origina en el ala menor del hueso esfenoides por encima del anillo de Zinn y se eleva, aproximadamente, 2cm a medida que corre superointernamente hasta llegar a la tróclea, sin embargo, antes de llegar a la tróclea el músculo se transforma en tendón y éste tendón discurre hacia atrás, hasta insertarse en el globo ocular. El giro del tendón forma un ángulo de aproximadamente 20° con el cuerpo muscular, mientras que el tendón forma un ángulo de 54° con la línea de mirada. Sus movimientos están referidos en la acción primaria en intorsión, la acción secundaria en depresión y la acción terciaria en abducción. Tanto el oblicuo superior como el inferior son básicamente músculos torsionales según McClung, (2006) que muestran su inserción en la esclera, situándose por detrás del ecuador, posterior al centro de rotación del globo. Es inervado por el IV par craneal o Nervio troclear, es decir, su inervación se produce por este nervio Troclear y baja (acción principal), torciendo hacia dentro y abduce el globo ocular cuando el ojo está en posición primaria (Parks; Duane; Harper y Row, 1882).
6. Músculo oblícuo inferior (muscle inferior oblique): es el único músculo extraocular cuyo origen está en la parte frontal de la órbita. Se origina en la cara externa de la foseta lagrimal y avanza lateralmente para insertarse en el globo ocular, exactamente por debajo del recto externo, muy próximo a la mácula. El tejido conectivo asociado con el oblicuo menor se une con el recto infe-

rior para formar el ligamento de Lockwood y forma un ángulo de 51° con la línea de mirada, sin embargo, su campo de acción es de 30-45° debido al ligamento de Lockwood (Clark y Demer, 2002). Sus movimientos se insertan en la acción primaria en extorsión, la acción secundaria en elevación y la acción terciaria en abducción siendo inervado por el III par o Motor Ocular Común. Esta inervación producida por el nervio ocular cuando el ojo está en posición primaria se combina, muy frecuentemente, con la acción del músculo recto superior dirigiendo el ojo hacia arriba (Parks, Duane, Harper y Row, 1982).

Tal y como podemos observar en la siguiente figura quedan reflejados los músculos extrínsecos del ojo.

Figura 1. Esquema de la musculatura ocular extrínseca (Pastor, 2006).



Una vez finalizada la clasificación de los músculos oculares es importante señalar la importancia de las acciones de los músculos extraoculares. Según Stephens (2000), los ojos se mueven de forma combinada, ya sea para enfocar un determinado punto, o seguir un objeto en movimiento. Siguiendo a Leighton (2003), el sistema que hace posible esta acción es bastante complejo y por eso se puede perturbar de forma muy variada, con diversas manifestaciones clínicas que empeoran el aprendizaje del alumno.

Varias son las teorías que tratan de aportar nuevas ideas sobre los movimientos oculares. Podemos citar la teoría clásica para la interpretación de las acciones musculares, que para Demer y Clark (2002), se basa en el análisis de acción y el centro de rotación del globo, sin embargo, en los últimos años diversas investigaciones, (Demer, et al. 2007) han puesto de manifiesto la teoría de movimiento muscular extraorbital por poleas. Considerada como una revolución científica (Demer, 2002; Haslwanter, 2002) esta teoría ha sido, sin duda, una novedad que tiene sustancialmente reorientado el pensamiento en el campo y estimula la investigación, mucho más fructífera e innovadora en anatomía, modelado, análisis matemático, procesamiento de imágenes y neurofisiología.

2.2. Motilidad ocular

Los movimientos oculares se pueden clasificar en dos grandes categorías establecidas, inicialmente por Just y Carpenter (1977). Según los estudios de Porter, Baker, Ragusa y Brueckner (1995). En esta

clasificación aparecen, en primer lugar, los movimientos que estabilizan la mirada manteniendo la imagen fija y en segundo lugar, los movimientos que desvían la mirada, dirigiendo ésta hacia un nuevo objeto de interés.

En el siguiente capítulo se profundiza más en estos dos tipos de movimientos y su relación con los procesos lectores, pero en lo referente a motilidad ocular podemos complementar teóricamente este apartado haciendo referencia a la importancia de las acciones de los músculos extraoculares. Según Stephens (2000), los ojos se mueven de forma combinada, ya sea para enfocar un determinado punto o seguir un objeto en movimiento.

Los tipos de acción de los músculos extraoculares son principalmente tres; (Poukens y Demer, 2001; Ruskell; Kjellevold; Haugen; Bruenech y Van Deer Werf, 2005) en primer lugar elevación/depresión (rotación sobre el eje "X"), en segundo lugar de abducción/adducción (rotación sobre el eje "Z") y en tercer lugar, intorsión/extorsión, (rotación sobre el eje "Y"). Tanto las acciones primarias, secundarias, como las terciarias de los músculos se refieren siempre a la posición primaria de mirada.

A este respecto, sobre la posición de la mirada, es obligado mencionar dos leyes fundamentales: la ley de Listing y la ley de Donders (Pigassou y Rourton, 2001). La ley de Listing formula que la postura torsional del ojo en posición terciaria es igual a aquella conseguida con una rotación sobre un único eje en el plano de Listing, que es perpendicular a la dirección del objeto, esto implica que esta ley no emplea torsión durante la rotación en posición terciaria. Por otra parte, la ley de Donders, (Donders, 1847), nos informa sobre el estado torsional del ojo, defendiendo que cualquier posición de mirada es constante e independiente del camino seguido por el ojo para llegar a esa posición.

Continuando con las especificaciones de la mirada y sus posiciones podemos afirmar que el movimiento ocular se cuantifica, con más precisión, a partir del eje de fijación (Bernstein, 1967). Este eje de fijación es una línea recta que conecta el punto de fijación con el centro de rotación del ojo (Borrás, 2000).

Según Decalato (1985) existen tres: en primer lugar, la posición primaria, en la que la línea de mirada es perpendicular a la cara. En segundo lugar, la posición secundaria, donde la línea de mirada está en un plano vertical u horizontal y finalmente la posición terciaria cuya línea de mirada está fuera de los planos horizontal o vertical. Esta clasificación es relevante por su relación con la lectura y los planos de posición de la mirada del alumno y es destacable que para la representación gráfica de las posiciones de mirada se utilicen los ejes de Fick, que son: X: horizontal, Y: torsional, Z: vertical. Según investigaciones de Parks (2002), a partir de la definición de los Ejes de Fick, cualquier rotación alrededor de uno de estos ejes se denomina movimiento simple o secundario, mientras que cualquier combinación de movimientos o giro alrededor de un eje que no sea de Fick se denomina movimiento oblicuo o terciario.

Vamos a definir una serie de términos sobre motricidad ocular, según Parks (2002) dependiendo de cuál sea la situación, al inicio o al final del movimiento, por lo que la posición final del ojo, puede ser:

- Posición primaria de mirada: es aquella desde la que se inician todos los movimientos y consiste en una posición de mirada al frente.
- Posición secundaria: es aquella a la que se llega a través de un movimiento secundario de giro alrededor de los ejes y o z, sin existir torsión.
- Posición terciaria: cualquier otra posición a la que se llega girando alrededor de un eje que no sea de Fick.

Las rotaciones que puede realizar el ojo se denominan ducciones y se pueden clasificar, según los estudios de Hugonnier, (2006) en:

- Supraducción: elevación alrededor del eje Y.
- Infraducción: depresión alrededor del eje Y.
- Abducción: giro hacia el lado temporal alrededor del eje Z. también se denomina dextroducción en el ojo derecho y levoducción en el ojo izquierdo.
- Adducción: giro hacia el lado nasal alrededor del eje Z. también se denomina levoducción en el OD y dextroducción en el OI.
- Intorsión (o inciclotorsión): giro alrededor del eje X en dirección nasal.

- Extorsión (o exciclotorisión): giro alrededor del eje X en dirección temporal.

Los movimientos terciarios se pueden descomponer en dos movimientos secundarios y su notación es la composición de los dos nombres, así, por ejemplo, un movimiento del ojo hacia nasal y arriba del ojo derecho se denominaría levosupraducción.

Una vez aclarada esta terminología propia de la motilidad ocular, es obligado mencionar dos leyes fundamentales en el desarrollo de los movimientos oculares, íntimamente relacionadas con los procesos lectores-perceptivos: Ley de Sherrington y Ley de Hering, (Pigassou y Rourton, 2001), ambas leyes hacen referencia a las acciones combinadas de los músculos extraoculares, por lo que vamos a detenernos brevemente en cada una de ellas.

La Ley de Sherrington o de inervación recíproca (Pigassou y Rourton, 2001) está referida al concepto de que siempre que un músculo agonista recibe un impulso de contracción, el mismo impulso de inhibición se comunica a su antagonista, existiendo una reciprocidad lineal para mirada estática pequeña o moderada.

Por su parte, la Ley de Hering o de igual inervación, (Pigassou y Rourton, 2001) hace referencia a la relación inervacional entre los músculos agonistas de cada ojo, es decir, siempre que un impulso nervioso es enviado para realizar un movimiento ocular de versión o de vergencia, los agonistas de cada ojo reciben la misma inervación, siendo empleado en el diagnóstico de parálisis oculomotoras. En relación con estas dos leyes aparecen una serie de conceptos que merecen una aclaración para facilitar la comprensión sobre la importancia de los movimientos oculares:

- El concepto de fijación, entendido como el conjunto de movimientos para mantener una fijación estable sobre el objeto de mirada. Engloba el movimiento sacádico, tanto movimientos rápidos, bruscos y precisos para llevar a la fóvea, el objeto de interés y el concepto de seguimiento que, aparece referido como el movimiento suave para seguir un objeto en movimiento (no muy rápido) (Baylor, 1997).
- El término Vestibular-Optocinético está referido a los movimientos oculares que se realizan para compensar los movimientos del cuerpo y así, mantener una imagen estable y nítida sin alteraciones de la percepción visual. A este respecto nos referimos también a las denominadas Vergencias o movimientos disyuntivos (Frisby, 1987).
- La palabra Fusional o disparidad se relaciona con el movimiento producido para reducir la disparidad retiniana binocular, es decir, la diferencia angular de posición de los ejes visuales fijando un objeto y el nuevo objeto de interés.
- La respuesta acomodativa se manifiesta como la respuesta de vergencia asociada con un cambio en borrosidad producida por la acomodación. Esta terminología se relaciona con conceptos como proximal, (cambio en el ángulo de vergencia, producido capacidades monoculares, entendidas como la direccionalidad visual monocular y las capacidades retinomotoras, en relación con los procesos de percepción de los grafemas (Hidalgo, 2007).
- Las capacidades monoculares. Son importantes para entender el comportamiento binocular, la direccionalidad monocular y la capacidad retinomotora (Gilman, 1994). Según los hallazgos de este autor la direccionalidad monocular hace referencia a la facultad de cualquier punto retiniano para orientar el estímulo luminoso que incide sobre él, en un punto específico del espacio. Con el fin de tener un campo visual ordenado, la "fóvea" ostenta la capacidad direccional principal, esto es, todas las demás direcciones son siempre referidas a ésta. Por ejemplo, si un estímulo incide sobre un "punto retiniano" situado a 10° superiormente a la fóvea, éste dará información al cerebro de que existe un estímulo en el campo visual situado exactamente a 10° inferiormente. Esta regla se cumple para todos los puntos de la retina independientemente de la posición que adopte el globo ocular en la órbita. En ciertos estrabismos ocurre que la capacidad direccional monocular se altera dando lugar a la aparición de un "punto" con las mismas capacidades direccionales que la fóvea real. Esto se conoce como fijación excéntrica (Hidalgo, 2007). La fijación excéntrica es, por tanto, una alteración sensorial de carácter monocular que se origina generalmente en presencia de estrabismo unilateral y constante.
- Finalmente nos detenemos en el denominado Nistagmus Optokinético (NOK), caracterizado por la circunstancia en la que sí una serie de objetos en movimiento, pasan por delante, como por ejemplo, un tren, cuando estamos parados en un cruce ferroviario, los ojos se desplazan siguiendo

uno de los vagones, luego rápidamente se mueven en dirección contraria, y se enfocan en otro, al que siguen por un momento. Pronto, se desplazan a uno nuevo, y así, hasta que termina de pasar. Según Links, (1973) hay aquí dos fenómenos; uno lento, de seguimiento del objeto, y otro rápido, en sentido contrario, que por su brusquedad llamamos de tipo sacádico. El movimiento de seguimiento es producido por la región posterior de un hemisferio, y el movimiento sacádico por el hemisferio contrario, a este movimiento sacádico de los ojos, que ocurre en todas las personas normales, se le llama nistagmus optokinico, y su dirección se define de acuerdo a la dirección del movimiento rápido (que es contrario a la dirección del movimiento de los ojos en sucesión (Bounon y Madignieri, 1987).

2.3. Disfunciones y parálisis de los movimientos oculares

Nos ha parecido conveniente en este trabajo referirnos a las disfunciones de los movimientos oculares por su importante relación con los procesos lectores, aunque no ha sido el caso en la muestra de alumnos de este trabajo, consideramos necesario reflejar una de las disfunciones más importantes.

Hacemos referencia al Control Supranuclear. Según Leighton (2003), los movimientos conjugados de los ojos implican una complejidad considerable porque los dos ojos, se mueven simultáneamente al enfocar un determinado objeto, por acción de la voluntad, o por la atracción de un ruido sorpresivo, es decir, se gira la cabeza y mantenemos la vista en un punto, que hemos elegido para observar.

Para mirar voluntariamente hacia un lado es necesario que una zona cortical en la parte posterior de la segunda circunvolución frontal (F2) funcione correctamente (Edward; Alley, y Sinder, 1971). A esa parte de las áreas premotoras, se la denomina centro de la mirada conjugada voluntaria contralateral, puesto que el hemisferio derecho permite mirar a la izquierda y el del izquierdo permite mirar a la derecha y cuando seguimos un objeto en movimiento, este seguimiento es posible por la actividad de la corteza del polo posterior del hemisferio (Roure, 1987). No hay un centro propiamente tal, pues no hay una zona discreta y bien localizable responsable de ésta, se precisa una lesión más o menos extensa del occipital, para que se produzca parálisis de la mirada conjugada de seguimiento (Leighton, 2003). De hecho, una lesión del hemisferio izquierdo causa parálisis de la mirada a la derecha y una del hemisferio derecho hacia la izquierda. Las áreas corticales auditivas del lóbulo temporal participan en la lateralización de la mirada por atracción auditiva, e igualmente es cruzada (DeMyer, 1980).

Desde estas tres regiones del hemisferio cerebral se originan fibras nerviosas que confluyen hasta la rodilla de la cápsula interna y se suman al haz córtico bulbar, descendiendo desde el pedúnculo cerebral, y cruzando en la parte alta del mesencéfalo, al lado contrario mientras descienden por el tegmento del tronco cerebral hasta un grupo de neuronas de la formación reticular próxima al núcleo del VI nervio craneal (Gilman, 1991). Este grupo de neuronas constituyen un núcleo denominado centro de la mirada conjugada ipsilateral (Leighton, 2003). Puesto que allí se activan los mecanismos de coordinación necesarios para que, fibras de asociación, que discurren por el fascículo longitudinal medial (FML), activen las neuronas precisas en los núcleos oculomotores de los nervios VI, IV, y III, de manera que contraigan las fibras musculares requeridas, para el movimiento conjugado de los ojos hacia el mismo lado en que está este núcleo (Hubel y Wiesel, 1977).

Además el FLM desciende hasta los primeros cinco segmentos cervicales por el cordón anterior para terminar en las neuronas de los centros somamotores de las astas anteriores y, así, participar de los movimientos conjugados de los ojos y la cabeza, (Stephens, 2005) que se manifiesta en el sistema vestibular haciendo posible que al mover el cuerpo, o la cabeza, los ojos puedan tener la estabilidad necesaria para que las imágenes permanezcan en la misma zona de la retina, de lo contrario, nuestra visión, con leves movimientos, sería borrosa (Kuffler; Nicholls; Martin y Wallace, 1992).

Con respecto a las parálisis de los nervios oculares, son relevantes por su relación directa con la motilidad y con la lectura, aunque, no ha sido el caso en la muestra de alumnos al que se ha realizado el tratamiento. Ningún alumno con los que se ha trabajado en esta investigación, han manifestado parálisis o fibrosis de los nervios oculomotores, pero es digno de mención la afectación que producen las parálisis en la motilidad ocular, especialmente en la etapa infantil.

Vamos a referirnos al concepto global de Parálisis de nervios oculomotores cuyo síntoma aparece como expresión de la parálisis de los músculos extraoculares, y se denomina diplopía o visión

doble (Rodger y Sinclair, 1969). Por la desviación de un ojo, las imágenes no se forman en las zonas correspondientes de ambas retinas, y la persona percibe dos objetos, en vez de uno (Simonsz, 2001, 2003). Cuando se mira en la dirección en que se ejerce la acción principal del músculo comprometido la diplopía es máxima y, es mínima o desaparece, cuando el paciente mira en una dirección en la que el músculo afectado no participa (Jampel y Shi, 2006).

Las parálisis oculomotoras más relevantes son las siguientes:

1. Parálisis del VI par, que en este caso afecta al músculo recto externo y el ojo del lado afectado no se puede abducir, existiendo una diplopía horizontal que aumenta al mirar hacia el lado afectado (Leighton, 2003).
2. Parálisis del III par, en el que se alteran tanto la parte extrínseca como la intrínseca del músculo afectado. Los estudios del Colegio Nacional de Ópticos Optometristas, 2006 nos permiten afirmar que en problemas de vergencia no estrábicos, en los que el párpado está caído, (ptosis palpebral por parálisis del músculo elevador del párpado), al levantar el párpado, la pupila presentará midriasis. El reflejo fotomotor directo está abolido, pero el consensual del lado sano, no reaccionará así, por lo que éste estrabismo divergente por parálisis del recto interno, en el que la elevación y depresión del ojo están afectados por estar comprometidos los rectos superior e inferior, y el oblicuo inferior. (Robert; Lingua y Diamond, 2002). No siempre las paresias del motor ocular común afectan a la totalidad de los músculos por él inervados, por ejemplo y según Stephens (2000) es característica de la neuropatía diabética la disfunción del elevador del párpado y de los músculos extrínsecos del ojo, pero la función pupilar se conserva indemne. Cuando el nervio es comprimido desde arriba por una hernia transtentorial descendente, se afectan primero las fibras parasimpáticas, que van a la parte superior del nervio, y se produce dilatación de la pupila, luego ptosis palpebral y, al aumentar la compresión terminan afectados todos los músculos inervados por este nervio.
3. Parálisis del IV par, que se caracteriza porque las personas que padecen una parálisis del músculo oblicuo superior tienen diplopía al mirar hacia abajo, y es especialmente complicada al bajar las escaleras, o caminar por terrenos accidentados (Leighton, 2003). Es conveniente comentar que las parálisis puras del nervio patético son infrecuentes.
4. Parálisis de mirada conjugada: se produce por lesiones de la corteza frontal, que afectan a la parte posterior de la segunda circunvolución frontal (F2) y puede causar parálisis en la mirada voluntaria hacia el lado contrario del hemisferio afectado. Según Stephens, (2000) se comprende, aún mejor, este tipo de parálisis cuando al niño se le pide que mire hacia la izquierda y no lo puede hacer, si tiene una lesión de F2 posterior derecha, pero si un ruido atrae su atención desde la izquierda, desplaza la mirada en esa dirección sin problemas. Lo mismo puede seguir a un objeto que se desplace de derecha a izquierda. Esta alteración es casi siempre transitoria, pues generalmente, después de unos días o semanas, el control puede ser asumido por otra área del córtex frontal (Gilman, 1991).
5. Parálisis de la mirada de seguimiento, podemos afirmar que una persona que haya sufrido una lesión extensa del polo posterior de un hemisferio puede presentar incapacidad para seguir objetos en movimiento, hacia el lado contrario de la lesión según los hallazgos de Emery; Green; Wyllie y Howell, (1971); Leighton, (2003).
6. Parálisis de la Mirada subcortical, nos indica que una lesión profunda que afecte a la capsula interna puede hacer que el niño no pueda mirar voluntariamente, ni seguir un objeto, ni mirar atraído por un ruido hacia el lado contrario al de la lesión, al estar afectado el haz córtico bulbar (Leighton, 2003).
7. Desviación de la mirada conjugada, que según estudios de Goldstein y Gordon, (1979) se manifiesta cuando un niño sufre de forma brusca una lesión extensa de la corteza de un hemisferio cerebral o una lesión profunda, que afecte globalmente en forma importante a la función de ese hemisferio, produciendo que los ojos se desvíen tónicamente hacia el lado afectado. Esto se debe a que cada hemisferio se relaciona con el lado contrario del cuerpo y del medio que lo rodea, lo que produce que tenga un "tono" de búsqueda hacia ese lado. Al sufrir depresión en la actividad global de un hemisferio, predomina la del lado sano y por eso los ojos se desvían (Leighton, 2003). En cambio, si una lesión afecta a la protuberancia, es decir, al centro de la mirada protuberancial ipsilateral, los ojos se desvían hacia el lado contrario de la lesión (Goldstein y Gordon, 1979).

Para finalizar este apartado sobre parálisis de los músculos oculares vamos a hacer referencia a varios síndromes por su relevancia en la motilidad infantil, como por ejemplo, el denominado Síndrome de FLM, que aparece cuando el fascículo longitudinal medial está afectado. Al mirar hacia un lado, el ojo que se abduce, lo hace de forma normal, pero el que debe aducirse, solamente se desplaza hasta el medio, y tiene algunas sacudidas nistagmáticas, en la dirección de la mirada (Robert, 2002).

El Síndrome de Parinaud, con este nombre se conoce a la parálisis de la mirada vertical hacia arriba que ocurre por lesión en el área pretectal, que afecte al FLM en las cercanías de la comisura blanca posterior, o a los núcleos intersticial de Cajal y al Núcleo de Darkschewitsch. Frecuentemente es el síntoma inicial en el caso de un tumor de la región pineal o de la parte posterior del tercer ventrículo. También en casos de niños con hidrocefalia, al dilatarse el tercer ventrículo y el acueducto, se estiran las fibras de la comisura blanca posterior y se produce parálisis de la mirada vertical (Moguel; Ruiz y Pedraza, 2006). Los pacientes con síndrome de Parinaud al pedírseles que sigan con la mirada un objeto, de abajo hacia arriba, lo hacen solamente hasta el plano horizontal, por mirar hacia arriba, frecuentemente aparece nistagmus de convergencia, ambos ojos tienen nistagmus hacia el centro, y a veces, nistagmus retractorio, en que al contraerse simultáneamente todos los músculos extraoculares, los ojos tienen un movimiento rápido hacia atrás y adelante (como un émbolo, en las órbitas). En caso severo de parálisis de mirada vertical, los ojos se quedan fijos hacia abajo y hacia el centro (espasmos de convergencia) (Guerrero y Guerrero, 2008).

Capítulo 3. Movimientos oculares y lectura

3.1. Lectura y Nistagmo

3.1.1. Movimientos oculares y habilidades visuales

De acuerdo con Raymon (2000), y como es lógico, los ojos se mueven porque nuestro sistema visual analiza mejor la imagen cuando ésta se mantiene fija en la retina. Nuestra capacidad para juzgar las distancias relativas, tamaños y orientación de los objetos, durante la locomoción, depende de la estabilidad de las imágenes en la retina, y hacer alusión, al concepto de percepción visual sin citar a Bender y, sobre todo, a Frosting (1964), supondría una falta de rigor, ya que gracias a sus estudios podemos afirmar que si no dispusiéramos de movimientos oculares, durante los cambios de dirección de la cabeza, las imágenes cambiarían de localización en la retina con cada movimiento, originando una visión borrosa. Para evitarlo disponemos de reflejos oculares motores que estabilizan las imágenes en la retina durante los movimientos de la cabeza, es decir, estabilizan el ángulo de la mirada (Holmes y O´Regan, 1981).

Los ojos sufren los movimientos de la cabeza, sobre todo, cuando caminamos, para evitar que con cada movimiento de la cabeza se produjera visión borrosa, se han desarrollado dos mecanismos para estabilizar las imágenes de la retina. Según Sheiman y Wick, (1994) el primero son los reflejos oculovestibulares, que dependen de la capacidad del laberinto para percibir los desplazamientos de la cabeza y el segundo mecanismo lo constituyen los reflejos guiados visualmente, los reflejos optocinéticos y los movimientos de seguimiento lento, que dependen de la capacidad del cerebro para calcular la velocidad de desplazamiento de un objeto sobre la retina, ambos mecanismos juntos, estabilizan el ángulo de la visión, de tal forma, que las fóveas apuntan siempre hacia el objeto, a pesar de que la cabeza se mueva.

Para Capilla (2000), con la evolución en la fóvea, surgió otra exigencia de los movimientos oculares, es decir, cuando un nuevo objeto entra en el campo visual, necesitamos llevarlo rápidamente a la parte más sensible de la retina. En los animales sin fóvea (por ejemplo el conejo) los movimientos oculares están controlados por los sistemas vestibular y optocinético, por lo que, si

cambia el punto de atención visual, tienen que asociar un movimiento ocular con otro de la cabeza (Hubel y Wiessel, 1962). Sin embargo, en los animales foveados es necesario poder cambiar el eje visual, independientemente de los movimientos de la cabeza. Para ver mejor los objetos, el hombre necesita además, fijarlos sobre la fóvea y esto supone la necesidad de movimientos que cambien el ángulo de la mirada.

Como vemos, los movimientos oculares entran dentro de dos grandes categorías; los que estabilizan la mirada, manteniendo la imagen fija sobre la retina, y los que desvían la mirada, dirigiendo de nuevo la mirada hacia un nuevo objeto de interés.

Los movimientos oculares son fundamentales en el desarrollo curricular de los alumnos. Sin embargo, el afianzamiento de una visión binocular, en los niños lectores, es un reto dentro del campo del cuidado de la visión, especialmente en todos aquellos alumnos que presentan estrabismos o ambliopía (Caloroso, 1999) y, aunque no supone el objetivo de nuestra investigación, podemos hacer referencia a que, según las últimas investigaciones, la preocupación por la estética frecuentemente tiene más peso que el establecimiento de un funcionamiento visual eficiente y cómodo y una razón, parece ser, que proviene de la idea falsa de que estos alumnos no pueden alcanzar la bifijación y un alto grado de fusión sensorial (Michael y Rourse, 2000). Una segunda razón parece apuntar a los limitados recursos disponibles de los aspectos prácticos del diseño y administración del entrenamiento visual y óculo-motor con éxito (Rourse, 2000).

Según los estudios de Rayner (1975); Inhoff; Morrison; Slowiaczek, y Bertera (1981) el sistema visual es un complejo integrado por sistemas de procesos subsidiarios que se canalizan en una vía principal del mismo proceso visual, pero para simplificar estos sistemas, se pueden dividir en tres áreas principales, sensorial, motor y perceptual. Estos tres sistemas están íntimamente relacionados, son interdependientes y se apoyan en sus funciones, lo que se relaciona directamente con las anomalías anatómicas o consecuentes de una condición visual o enfermedad, y crean estados que pueden impedir un proceso visual normal.

Las metas visuales, importantes para un proceso visual eficaz, deben ser definidas en términos de respuestas o condiciones visuales; La primera meta es la visión simple, o a la inversa, ausencia de diplopía que muchos niños en la escuela padecen. Esta meta se consigue obteniendo una visión binocular y trabajando con ejercicios que favorezcan su logro, ya que un número elevado de alumnos que se enfrentan al proceso lector no alcanzan la visión binocular (Rayner y McConkie, 1976). La segunda meta para establecer un proceso visual eficaz es la claridad de imagen, es decir, muchos de los test de optometría están dirigidos a obtener una agudeza visual buena en los niños, pero una visión nítida sin confort es intolerable para muchos estudiantes que deben desarrollar entre siete y ocho horas diarias la visión próxima del estudio curricular, por lo que la visión cómoda se convierte en una importante meta (Schwartz, 2000).

Otras metas, menos visibles para nuestros alumnos y profesionales, frecuentemente, no se suelen tener en cuenta hasta que los problemas en el proceso visual afectan a su funcionamiento, mientras se tiene una buena estética, una visión clara y nítida, cómoda y simple, ¿el niño puede realizar las tareas visuales?, ¿es capaz de desarrollar nuevas y exigentes tareas visuales? Según las investigaciones de Santucci y Pécheux, (1995) la probabilidad de que la respuesta sea afirmativa está directamente relacionada con la eficacia del sistema visual y con el entrenamiento óculo-motor. Esta eficacia del sistema visual – o el resultado final de los sistemas interactivos – es necesaria para evitar las disfunciones visuales y sus síntomas (Griffin, 1982; Hoffman y Rouse, 1980).

La determinación de los elementos psicofisiológicos en la eficacia y funcionamiento visual es tan difícil en el área de la visión como en muchas otras áreas behavoriales, lo que provoca una gran controversia. A pesar de esta dificultad, los investigadores han intentado definir y describir técnicas visuales para lograr una visión eficaz, (Griffin, 1982; Hoffman y Rouse, 1980) de tal modo, que las desviaciones de este tipo puedan ser identificadas y corregidas y así lograr un proceso visual eficaz, para el que se necesitan algunas habilidades visuales, las cuales son la base de la visión binocular y la prevención de las disfunciones visuales (Caloroso, 2000). Las habilidades visuales utilizadas en el funcionamiento visual pueden ser divididas en cinco tipos siguiendo a Caloroso, (2000); Capacidad, Facilidad, Cantidad, Calidad y Estabilidad.

La obtención de las habilidades de capacidad y facilidad en muchas tareas diferentes se denomina cantidad y su importancia reside en la transferencia de habilidades de tareas visuales controladas a las incontroladas, es decir, si el niño puede demostrar una excelente habilidad visual en un número determinado de tareas. Se cree probable, pero no seguro, que estas habilidades sean transferidas a otras áreas, (Zeller et al. 1984, Griffin, 1982) esto nos ayuda a deducir que una parte estratégica del plan de entrenamiento visual es prescribir un número suficiente, pero no excesivo, de diferentes tareas visuales (Borrás y Pacheco, 1997).

La última habilidad visual a la que vamos a hacer referencia en este apartado es la estabilidad de la respuesta binocular, que según Borrás y Pacheco (1997), se logra a través de la repetición de respuestas sensorio-motoras correctas durante una tarea visual, la cual se amplía con muchas otras tareas, siendo finalmente transferida a tareas con instrumentos en espacio abierto. Más importante es decir que la estabilidad se consigue cuando las respuestas van de un nivel con esfuerzo a un nivel reflejo y, tras finalizar el programa de entrenamiento visual, con el tiempo, se puede producir una regresión debido normalmente a que no se ha conseguido la meta final: la estabilidad binocular (Brodbne; Pozil; Mallinson y Kehoe, 2001).

Para lograr una eficacia binocular se debe prevenir la regresión, y mantener la capacidad funcional del sistema visual a su máximo nivel. Un sistema estrábico se puede corregir con éxito, pero puede ser incapaz de mantener el funcionamiento a este nivel. Esto se relaciona con el potencial de los ejercicios que varía en función de la edad de los niños, ya que implica la totalidad de los subsistemas. Sin embargo, la importancia del entrenamiento visual en los niños lectores puede ayudar al profesor o a los profesionales implicados en la prescripción de métodos y tareas adecuadas para que estos alumnos puedan mantener su máximo nivel de funcionamiento (American Optometry Association, 2006).

El ejercicio visual es el término que se usa para el mantenimiento de la eficacia binocular y las metas de la guía didáctica de esta investigación dedicada al entrenamiento visual se pueden resumir en una visión simple, clara, confortable, eficaz y con un estrés visual en tareas próximas. En la mayoría de los casos, estas metas se consiguen estableciendo una visión binocular eficiente, por lo que para mantener la eficacia del proceso binocular, las habilidades visuales (por ej: capacidad, facilidad, cantidad, calidad y estabilidad) deben estar a un nivel de funcionamiento normal y reflejo (Russel y Read, 2001).

El mantenimiento de una binocularidad eficaz (ejercicio visual) previene regresiones y refuerza la eficacia binocular en futuros años. Esto se asocia en aquellos casos en los que la visión binocular es difícil de conseguir, el logro de otras metas generales del entrenamiento visual pueden ser posibles con la limitación de una visión monocular o una visión binocular anormal, según estudios de Tinker (1958) y continuados por Palmberg (2001).

El éxito del entrenamiento óculo- motor requiere un modelo visual que identifique primero las posibles anomalías binoculares, si las hay, que necesitan ser tratadas y que luego aísle las subhabilidades visuales cuya mejora nos llevan hacia la cura visual (Stanley, 1978), pero esto no supone la línea de actuación de esta investigación.

La estrategia de entrenamiento está basada en dos áreas visuales fundamentales: el sistema sensorial y el sistema motor, es decir, inicialmente los dos sistemas se separan, tanto como sea posible, para que las anomalías puedan ser tratadas con la menor contaminación del otro sistema y después los dos sistemas son integrados y reestructurados en un sistema eficaz.

3.1.2. Control del Sistema Nervioso Central en los movimientos oculares

El proceso sensorial en la lectura, según las investigaciones de Frostig (1964), incluyen sensaciones visuales como luz, oscuridad, color, forma y patrones visuales fundamentales en la importancia para el niño que se enfrenta a la lectura. Principalmente, dicha importancia radica en la obtención de la información exacta, así como de la realidad de su espacio físico visual (que es visible en el espacio físico que lo rodea); para ello, es esencial la integridad del mecanismo para la réplica de su propio espacio físico en una representación subjetiva interna.

El estímulo visual que entra en los ojos se registra en la retina y se trasmite por las vías neuronales a los centros cerebrales superiores (Frérebau, 1990), y asumiendo que no hay ningún obstáculo en la vía, este estímulo visual puede ser grabado correctamente al estar los dos ojos localizados en distintos espacios físicos, por lo que la información visual que llega de cada ojo al sistema cerebral será ligeramente desigual. Estas dos imágenes del mundo físico deben ser compatibles para crear una representación simple de dicho espacio, lo que nos conduce al proceso para sintetizar las dos imágenes en una, que es denominado fusión sensorial (Dubié y Pavillon, 1984).

Según Hubel y Wiesel (1992), cuando aparecen anomalías en el sistema sensorial, el paso final de la fusión sensorial se ve interrumpido en proporción directa al número y grado de las anomalías sensoriales. Anomalías como ametropías no corregidas, ambliopías o una disfunción acomodativa producen un emborronamiento en la imagen retiniana, disminuyendo la habilidad de la fusión sensorial del niño. Otras anomalías, como la correspondencia anómala, que obstaculiza la fusión sensorial normal, deben ser eliminadas si queremos obtener una visión binocular normal (Dubié, y Pavillon, 1984).

Según Cliné et al. (1989), el sistema de proceso sensorial puede ser dividido en cuatro subsistemas: (1) resolución de imagen, (2) similitud de imagen, (3) dirección de imagen y (4) fusión de imagen y cualquier anomalía en alguno de estos subsistemas reduce el proceso sensorial y debe ser remediado si se quiere conseguir una visión binocular normal. Esta afirmación está relacionada con la definición de "fusión sensorial" como el proceso por el cual, estímulos vistos separados por los dos ojos se combinan, sintetizan o integran en una percepción única, bajo condiciones binoculares normales. Esto ocurre cuando se estimulan las áreas correspondientes retinianas por el mismo objeto u objetos de similar contenido.

La fusión sensorial no ocurrirá si las informaciones que llegan son demasiado desiguales, siendo muy importante el proceso motor para que los ojos estén coordinados de tal manera que las dos imágenes del espacio físico sean lo suficientemente iguales como para que se consiga fusión.

Un proceso motor deficiente, a menudo, oculta las habilidades fundamentales de la fusión sensorial, necesitándose una evaluación diagnóstica en el ángulo objetivo. Llegados a este punto debemos hacer referencia a este proceso, de igual modo que anteriormente lo hemos hecho con el proceso sensorial.

El proceso motor que, según investigaciones de Rayner y McConkie (1976) y continuadas por Schwartz (2000), incluye todos los movimientos de los ojos realizados para obtener y mantener la fijación foveal en la tarjeta de fijación (por ej. : fijaciones, vergencias y versiones). El proceso motor, perteneciente al sistema motor, es el último eslabón encargado de mover los ojos y comprende los núcleos oculomotores, los nervios cranéales que en ellos se originan y la musculatura ocular extrínseca por ellos inervada (seis músculos). En él se realizan seis movimientos conjugados producidos por contracciones y relajaciones sinérgicas de los músculos.

Para aportar un punto de claridad a este proceso vamos a detenernos en una serie de términos importantes en el proceso motor. El primero de ellos es el término motilidad ocular, que describe los movimientos de los ojos tanto en niños no binoculares como binoculares –específicamente, el mantenimiento de la fijación y los movimientos de versión (seguimientos y sacádicos).

El segundo término hace alusión a la desviación oculomotora referida al ángulo por el cual el eje visual del ojo no intercepta la tarjeta de fijación cuando no existe fijación bifoveal. La desviación, frecuentemente, es la misma cuando se mide en condiciones de visión disociada (libre fusión) y visión asociada (posible fusión), de cualquier manera, algunos pacientes muestran una diferencia en la magnitud de la desviación bajo las dos condiciones de visión, característico de un síndrome de monofijación (Park, 1969).

Por último, el tercer término denominado fusión motora implica a los movimientos de vergencia de los ojos para conseguir un control completo o parcial de la desviación (Van deer Werf, 2005).

El concepto de los subsistemas del proceso motor, aunque está siendo actualmente reevaluado por algunos investigadores (Schor, 1980), sigue siendo un modelo útil cuando observamos desviaciones oculomotoras y procesos motores en niños (Maddox, 1893). Este autor identificó cuatro subsistemas: (1) vergencia tónica, (2) convergencia acomodativa, (3) convergencia proximal y (4)

vergencia fusional o disparidad. Actualmente se ha añadido un quinto subsistema a este grupo basado en los estudios de Fincham y Walton (1957), denominado acomodación convergencial, donde la convergencia provoca una respuesta acomodativa.

El control de la desviación (foria), se debe lograr a través de una vergencia fusional igual al tamaño de la desviación. De todas formas, los sistemas binoculares ineficaces a menudo actúan con respuestas motoras poco precisas. Esto produce que los cálculos teóricos de las respuestas esperadas del subsistema motor rara vez igualan las respuestas de estos niños, pero se convierten en las metas del plan de entrenamiento visual (Poukens y Demer, 2001)

Algunos terapeutas, Gispets, (2000) y Hillier (1995), creen que los movimientos motores gruesos corporales reducen o eliminan las desviaciones oculomotoras a través de alteraciones de la inervación tónica. La cantidad de terapias basadas en el intento de modificar la inervación tónica es muy grande y cubre distintas disciplinas profesionales, pero de cualquier forma, nuestro método consiste en enfatizar las actividades visuales tradicionales para conseguir un proceso motor eficaz y esforzarnos en lograr la precisión de los cinco componentes del proceso motor.

La fusión motora se define como "los movimientos relativos de los ojos en respuesta a un estímulo con disparidad retiniana, para obtener o mantener la estimulación simultánea de áreas correspondientes de retina, y conseguir fusión sensorial" (Cline et al. 1898). La complejidad de los múltiples subsistemas conlleva a muchas controversias en el campo del proceso visual; esto también nos da idea de la proliferación de opciones de tratamiento y de las diferencias entre las filosofías profesionales cuando intentamos mejorar la visión y, aunque la importancia de los tres sistemas visuales principales (sensorial, motor y perceptual) parece irrefutable en el tratamiento del proceso sensorial y motor, estos sistemas son las supuestas áreas problemáticas para el establecimiento de la visión binocular (Borrás y Pacheco, 1997).

El proceso premotor, realizado en el sistema del mismo nombre, está constituido por los denominados centros de la mirada cuyo sustrato anatómico son unas estructuras y circuitos neurológicos trocoencefálicos. Son pequeños grupos celulares que no llegan a constituir verdaderos núcleos; rigen la función espacial de los movimientos oculares y controlan los movimientos conjugados de la mirada. Según las investigaciones de Kojima, Matshusima, Ohta, Toru, Han y Shen (2001), están formados por tres tipos de neuronas: Fásicas (burts), responsables del pulso, que se activan durante la ejecución de los movimientos rápidos, tónicas, responsables del tono, se relacionan con el mantenimiento de la posición de la mirada y pausa, responsables de la fijación de la mirada, cesando en su actividad al comenzar cualquier movimiento. Reciben las órdenes de los centros o sistemas supranucleares centrales, que son los originadores de los movimientos oculares y el sistema premotor transmite estas órdenes a los núcleos oculomotores III, IV y VI, que forman ya parte del sistema motor.

El mecanismo por el cual el sistema premotor gestiona las órdenes recibidas para enviar órdenes al sistema motor no está bien delimitado, pero parece que existen dos caminos paralelos, ya que hay una conexión entre el sistema motor y premotor que es doble; por un lado, hay una vía rápida directa a través del Fascículo Longitudinal Medio, que es la responsable de los movimientos rápidos de los ojos y, por otro lado, una segunda vía, que controlada por el cerebelo, se encarga del control, coordinación y mantenimiento de las órdenes motoras, siendo la responsable del mantenimiento del globo ocular en la nueva posición (Kojima, Matshusima, Ohta, Toru, Han y Shen, 2001). Además, el cerebelo ejerce su acción de control, como lo hace sobre el resto de los elementos funcionales del equilibrio, haciendo que los movimientos oculares sean de precisión y calidad óptima, alcanzando gran importancia en este sentido la zona flóculonodular, que controla el mantenimiento de la estabilidad de la mirada, dando precisión a los movimientos oculares lentos, igualmente el vérmix dorsal ejerce un control en la precisión de los movimientos sacádicos y de seguimiento.

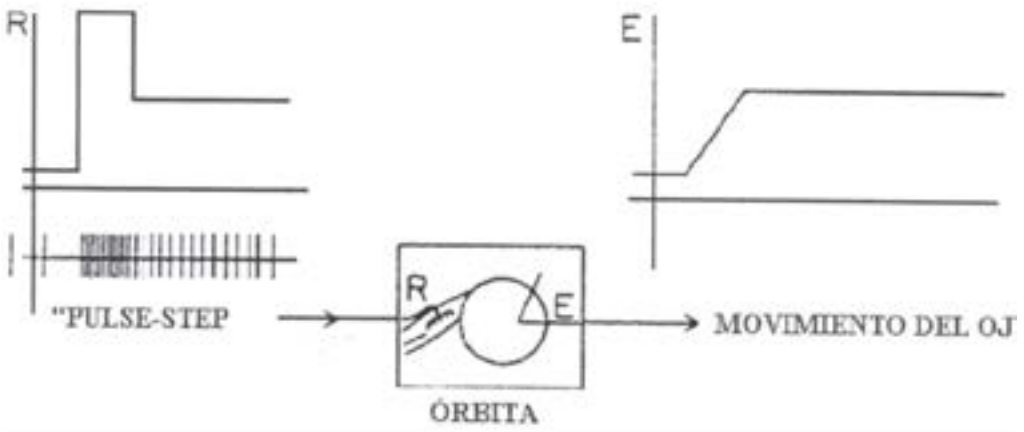
Es importante hacer referencia en este apartado a los centros de la mirada que según las publicaciones de Kojima, Matshusima, Ohta, Toru, Han y Shen, (2001) son dos: En primer lugar aparece el centro de la mirada horizontal o lateral, como el encargado de la ejecución de los movimientos horizontales y está ubicado en la porción dorsal del tronco cerebral a nivel del puente, en la formación reticular pontina paramediana, rodeando el núcleo del par VI, a ambos lados de la línea media

y en situación ventral al FLM,(en algunos textos lo denominan centro pontino de la mirada). En el núcleo abducens se origina el comando del movimiento, éste núcleo tiene dos tipos de neuronas; motoneuronas que inervan el recto lateral ipsilatral e interneuronas cuyos axones cruzan la línea media y por el fascículo lateral llegan al núcleo del MOC estimulando las neuronas del recto interno. Sus impulsos, a través del fascículo lateral medio, controlan los movimientos oculares laterales, haciendo que sean conjugados y para ello cada lado rige el núcleo del recto interno del lado opuesto, es decir que el derecho controla los movimientos hacia la derecha y el izquierdo los movimientos hacia la izquierda.

En segundo lugar localizamos el Centro de la mirada vertical, que está formado por el núcleo intersticial rostral en el techo del mesencéfalo a la altura de los núcleos del III par. La información para desencadenar movimientos hacia arriba se proyecta bilateralmente sobre los dos núcleos del III par, mientras que la información contralateral cruza la línea media por la comisura posterior. Las órdenes para los movimientos hacia abajo son de origen ipsilateral y se proyectan sobre el III y IV, por lo que es necesario la actividad lateral del núcleo intersticial para controlar la actividad conjugada de los músculos rectos superior e inferior, si la actividad fuese unilateral, se provocaría un movimiento torsional conjugado de ambos ojos. Estos dos centros coordinan el funcionamiento de los diferentes músculos agonistas y antagonistas que mueven el ojo (Kojima; Matshusima; Ohta; Toru; Han y Shen, 2001).

Pero ¿en qué forma controla el Sistema Nervioso Central los movimientos oculomotores? La mayor resistencia a la rotación del globo ocular es la viscosidad del contenido orbitario, porque la inercia del globo es pequeña, para los movimientos oculares rápidos (sacádicos y fase rápida del nistagmus), es necesaria una contracción intensa de los músculos extraoculares para vencer dicha viscosidad y esto se consigue mediante un aumento fásico de la frecuencia de la descarga neuronal que se denomina "pulso de inervación" (Ohashi y Kobayashi, 1985), tal y como podemos observar en la siguiente figura.

Figura 2. Señal Nerviosa de un Sacádico.



Una vez que los ojos están en su nueva posición tienen que mantenerse así contra las fuerzas elásticas contrarias de los tejidos orbitarios que tienden a llevar al globo a su posición primaria, esto precisa una contracción mantenida de los músculos y ésta se debe a una actividad neuronal tónica denominada "step de innervación".

Según publicaciones de Joel y Glaser, (1992) la orden premotora para los movimientos de pulso sacádicos se genera en neuronas "BURST"(de encendido), que para los sacádicos horizontales se localiza en la FRPP (Formación reticular pontina paramediada) y para los sacádicos verticales en una estructura del mesencéfalo denominada núcleo intersticial rostral del FLM (Fascículo longitudinal medio). Estas neuronas descargan a alta frecuencia justo antes del movimiento sacádico y luego permanecen silentes debido a impulsos inhibidores de las neuronas pausa, que se localizan entre las

raíces del nervio abducens en el núcleo interpósito del rafe. Estas neuronas pausa descargan tónicamente de forma continua, excepto cuando se producen sacádicos que permanecen silentes, pero ¿cómo llegan al núcleo abducens los estímulos sacádicos, de seguimiento y vestibulares?

Siguiendo los estudios de Hubel y Wiesel, (1979), esto ocurre porque los impulsos vestibulares y las órdenes de seguimiento llegan al núcleo abducens por proyecciones directas desde los núcleos vestibulares. Los impulsos del integrado neural (el componente tónico de los movimientos versitos) parecen llegar al núcleo abducens procedentes del núcleo prepósito del hipogloso y del núcleo vestibular medial, esto produce que las lesiones mesencefálicas pueden afectar también a los movimientos horizontales interrumpiendo las vías descendentes que llevan órdenes del control superior (el hallazgo habitual es un déficit en los sacádicos contralatrales y los movimientos de seguimiento ipsolaterales).

El núcleo abducens es el nivel final del control de las órdenes para los movimientos horizontales de versión. Cuenta con dos tipos de neuronas: las motoneuronas del abducens 50% y las neuronas intercalares 50%, por lo que una lesión en el núcleo abducens produce una parálisis de la mirada conjugada horizontal, es decir, incapacidad para mover los ojos más allá de la línea media en cualquier tipo de movimiento de versión (sacádico, de seguimiento, optocinético o vestibular) hacia el mismo lado. Sin embargo, una lesión del FLM (Fascículo Longitudinal Medio) priva al recto interno ipsolateral de inervación durante los movimientos de versión y se produce una paresia de la aducción durante la mirada conjugada, pero la aducción está intacta en la convergencia = OFTALMOPLEJIA / INTERNUCLEAR (Ellis y Milles, 1978; Moguel, Ruiz y Pedraza, 2006).

En el control de los movimientos verticales intervienen estructuras mesencefálicas, por lo que las órdenes promotoras para los sacádicos verticales se originan en células de encendido del núcleo intersticial rostral del FLM (Fascículo longitudinal medio) (ventral al acueducto de Silvio) y precisan también impulsos en la FRPP pues su lesión altera los sacádicos verticales.

El núcleo intersticial rostral del FLM se proyecta al III y IV pares, mientras que los núcleos de ambos lados se conectan entre sí a través de la comisura posterior (cordón de sustancia blanca comisural), su lesión produce un déficit en la mirada vertical superior,o síndrome de Parinaud. (Moguel, Ruiz y Pedraza, 2006).

Continuando con las señales de control oculomotor relevantes y fundamentales en los procesos lectores, vamos a hacer referencia a algunos aspectos de la neurología íntimamente relacionados con la decodificación. En primer lugar, la corteza cerebral participa del control de los movimientos oculares voluntarios ya sean sacádicos o de seguimiento lento porque las órdenes parten de las distintas áreas especializadas que se localizan en prácticamente todos los lóbulos cerebrales. Sin embargo, otras estructuras, como el cerebelo, participan del control no consciente de los movimientos oculares (Capilla, 2000).

El cerebelo, con sus múltiples conexiones con el tronco del encéfalo y, en particular con los núcleos vestibulares y los núcleos oculomotores, asegura que todos los tipos de movimientos oculares mantengan la mirada y permitan la visión más nítida, según Frazier y Rayner, (1982) así, interviene en el mantenimiento de la mirada fija, en el seguimiento lento y en los reflejos oculovestibulares, desempeñando también un papel importante en la precisión de los sacádicos.

En segundo lugar, la corteza frontal contiene tres áreas, según Hubel y Wiessel, (1979) que contribuyen a programar los sacádicos. Las áreas frontales oculares (FEF = Frontal eye field o campo ocular frontal, o área 8) contienen una subpoblación neuronal que se descarga antes de los sacádicos voluntarios y su estimulación provoca sacádicos contralaterales, de igual modo que su lesión provoca una incapacidad para inhibir sacádicos voluntarios a un estímulo presentado en el campo visual contralateral y déficit para utilizar los movimientos oculares de forma voluntaria. El área suplementaria dorsomedial parece tener un papel importante en el control de los movimientos oculares aprendidos, por lo que la corteza prefrontal dorsolateral contribuye probablemente a programar los sacádicos para localizaciones aprendidas (Kinsbourne, Bernardo de Quirós, 1994).

Por diferentes vías, las áreas frontales conectan con el tubérculo cuadrogémino superior, la FRPP (Formación reticular pontina paramediada) y la formación reticular mesencefálica, controlando la producción de los sacádicos (Hubel y Wiessel, 1979).

La corteza visual primaria es fundamental para la precisión de los sacádicos y para generar movimientos de seguimiento lento y optocinéticos, ésta afirmación se relaciona porque la unión de los lóbulos parietal-occipital- temporal contiene áreas visuales importantes para detectar la velocidad y dirección de los objetos en movimiento. Esta área posterior de la corteza da lugar a una vía ipsolateral hacia el tronco del encéfalo y el cerebelo para los movimientos de seguimiento lento. Neuronas de esas áreas responden a la dirección y velocidad de objetos en movimiento y su lesión origina un déficit de seguimiento horizontal de objetos que se mueven hacia el lado de la lesión (Hubel y Wiesel, 1977).

Las áreas corticales parietales contribuyen a desviar la atención visual y también a iniciar los sacádicos, por lo que las respuestas visuales de algunas neuronas de la corteza parietal se ven influidas por la dirección de la mirada (Kuffler; Nicholls, Martin y Wallace, 1992).

Una vez hecho referencia a la relación neurológica con los movimientos oculares vamos a detallar el concepto de nistagmo, como parte importante de este libro.

3.1.3. Nistagmo

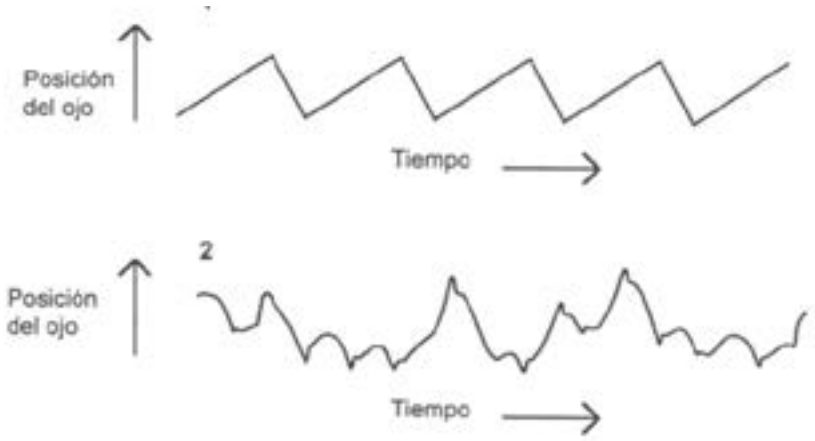
Según investigaciones de Nobak y Gowin (1982); Noback, Strominger y Demarest, (1993) y Zeki, (1995) el nistagmo es una oscilación rítmica de los ojos. Es la tradicional subdividisión del nistagmo en dos subtipos, con arreglo a su forma.

Así, el nistagmo pendular es sinusoidal, en contraste con el nistagmo rápido, o resorte, que tiene una fase lenta de alejamiento respecto al objeto que se mira, seguida de una fase rápida (sacádica) de aproximación al mismo.

Se ha convenido en definir la dirección del nistagmo de acuerdo con su sentido rápido, así, un nistagmo que bate hacia abajo es aquél cuyo componente rápido tiene esa dirección. Según Frisby, (1987); Leventhal, (1991); Ponz y Barber, (1993) es conveniente definir el nistagmo no sólo por la forma de su onda, sino también por su intensidad, que a su vez es igual a la amplitud multiplicada por la frecuencia. El explorador debe observar, además, la posición de la mirada en la que aparece el nistagmo y si su intensidad cambia con la dirección de la mirada. El nistagmo rápido suele aumentar su amplitud cuando se mira en el mismo sentido del componente rápido, característica que se conoce como la Ley de Alexander, pero el campo de la mirada en el que la intensidad del nistagmo es mínima se denomina zona nula. La zona neutra es la posición del ojo en la que se produce una inversión de la dirección de un nistagmo rápido y en la que puede no hacer ningún nistagmo, ambas zonas suelen coincidir, aunque no siempre (Nobak y Gowin, 1982; Noback, Strominger y Demarest ,1993 y Zeki, 1995).

Como podemos comprobar en la siguiente figura se establece la diferencia significativa en la posición del ojo en el momento en que se produce un nistagmo.

Figura 3. Representación de un Nistagmo



Para el estudio de los nistagmos es preciso registrar los movimientos oculares, tradicionalmente se hace con la electronistagmografía, pero hoy día, técnicas muy precisas de registro de los movimientos oculares, como infrarrojos, permiten distinguir muchos tipos distintos de nistagmo. Para representar los nistagmo se suelen utilizar, por convenio, flechas que indican la dirección, intensidad y forma de nistagmo en todas las posiciones de la mirada.

Las causas del nistagmo son múltiples y siempre suponen un desequilibrio en el control neural de los movimientos oculares, pero en general, el nistagmo rápido es patológico excepto en las siguientes formas fisiológicas: nistagmo vestibular, nistagmo optocinético y nistagmo del final de la mirada, en estos tipos pueden ocurrir anomalías que los conviertan en patológicos.

Según Links, (1973) profundizado por Capilla, (2000) al registrar los nistagmos pendulares, unos tienen ondas sinusoidales y otras ondas más irregulares. El nistagmo pendular puede ser adquirido o congénito, pero la distinción parece fácil por anamnesis, aunque en algunos casos con antecedentes de movimientos oculares anormales desde el nacimiento, es difícil diferenciarlos.

En el estudio de los nistagmo y de los movimientos oculares es preciso repasar el funcionamiento del sistema vestibular, pues la respuesta normal a la estimulación vestibular es un movimiento nistagmático de los ojos.

Para Madignieri (1987), el sistema vestibular periférico es un órgano par situado en el interior del hueso temporal, que es capaz de convertir en impulsos nerviosos los cambios de posición de la cabeza en el espacio; esto se consigue gracias a los receptores especializados que se disponen en la ampolla de los canales semicirculares (cresta de la ampolla) y en el utrículo y en el sáculo (mácula). La cresta de los canales semicirculares responde a los giros y la mácula del utrículo y el sáculo a la aceleración lineal, esto produce que la estimulación del aparato vestibular produzca un cambio en la intensidad de los impulsos nerviosos que el VIII par craneal envía a los núcleos vestibulares del tronco del encéfalo.

Según publicaciones de Urtubia (1996), los canales semicirculares lateral, posterior y superior se orientan en las tres dimensiones del espacio y contienen en la ampolla una zona denominada cresta que actúa como receptor de los cambios de posición de la cabeza. El utrículo y el sáculo contienen la mácula que es sensible a los movimientos de aceleración y deceleración de la cabeza, mientras que los canales semicirculares cubren los tres planos del espacio y al estar organizados por pares (uno a cada lado) cada uno de ellos es estimulado por los distintos movimientos sobre un eje anteroposterior, la rotación hacia un oído excita ese aparato vestibular mientras que el del otro lado se inhibe. El utrículo percibe la aceleración lineal en sentido horizontal y el sáculo en sentido vertical, pero la información vestibular llega por el VIII par craneal a los núcleos vestibulares del bulbo raquídeo, estos núcleos, que reciben información de los sistemas vestibular, visual, somatosensorial y auditivo, actúan como un centro de integración sensorial para la orientación espacial (Jiménez y Polaino, 1992).

Los núcleos vestibulares proyectan y reciben información de muchas estructuras del sistema nervioso, pero las vías vestibuloespinales (que van desde los núcleos vestibulares a la médula espinal), son importantes para el movimiento de la cabeza y del cuerpo, muy relacionado con las conexiones con los núcleos oculomotores que son importantes para los reflejos oculovestibulares. Sin embargo, las conexiones con el cerebelo se presentan como las más relevantes para la modificación y adaptación de los reflejos vestibulares (Urtubia, 1996).

Según publicaciones de Walsh y Hoyt (1969), el reflejo óculovestibular consiste en movimientos involuntarios de los ojos inducidos por la estimulación vestibular. El centro para la mirada conjugada horizontal se encuentra en el núcleo del VI par craneal, de forma que para mirar hacia la derecha este núcleo manda impulsos a través del VI par derecho al músculo recto externo de ese lado y envía una conexión, (a través del FLM, fascículo longitudinal medio), al núcleo del III par del otro lado, (en concreto al subnúcleo del músculo recto interno), para que se contraiga simultáneamente y, así, desviar la mirada de forma conjugada a la derecha. La rotación de la cabeza hacia la izquierda excita el canal semicircular izquierdo, estimulándose el músculo recto externo derecho y el recto interno izquierdo, con la inhibición de los músculos antagonistas, es decir, los ojos tienden a desviarse hacia el lado contrario al giro de la cabeza (Robert, Lingua y Diamond, 2002).

Carpenter (1977) establece que durante la rotación de la cabeza los ojos pueden moverse a la derecha sólo un limitado número de grados por la resistencia que impone el propio globo ocular; a continuación, un movimiento rápido de los ojos los devuelve a la posición inicial. Si continúa la rotación de la cabeza a la izquierda, los movimientos lentos de los ojos hacia la derecha irán seguidos de movimientos rápidos hacia la izquierda, originando un nistagmo vestibular que bate a la izquierda, este tipo de nistagmo es fisiológico.

Hay que tener en cuenta que cualquier desequilibrio en la actividad de los núcleos vestibulares, ya sea fisiológico o patológico, producirá un nistagmo vestibular en ausencia de fijación visual. Así, un nistagmo vestibular puede provocarse por la rotación de la cabeza, por la irrigación calórica del oído externo o por lesiones vestibulares periféricas (Robert; Lingua y Diamond, 2002).

3.2. Movimientos oculares determinantes en la lectura

3.2.1. Acomodación visual y lectura

La agudeza visual es clave para leer (Le Grand, 1991). La acomodación es el mecanismo por medio del cual se modifica el poder de enfoque del ojo, para una visión clara a cualquier distancia (Barresi, 1984). Desde la primera fase del aprendizaje de la lectura hay una gran relación con la acomodación, ya que las características lectoras propias de esta fase de aprendizaje según Loomis y Lederman, (1986) son, por una parte, la utilización de un tamaño más grande de letra, porque rara vez se informa de emborronamiento, incluso cuando existe una acomodación deficiente, por otra parte, la mayoría de las lecciones son de corta duración, minimizándose los efectos de la fatiga debida a problemas acomodativos y finalmente, el corto periodo de atención es más frecuente que el emborronamiento o la astenopia.

Según Beltrán; García Alcañiz; Moraleda; González y Santiuste (2003), los aspectos relevantes en la lectura compleja son:

- El énfasis de la lectura se desplaza desde la descodificación a la velocidad y comprensión lectoras.
- El menor tamaño de las letras y el mayor tiempo de lectura hacen que la acomodación sea muy importante.
- Con frecuencia la fatiga aparece como primer síntoma de falta de acomodación.
- Se produce una disminución abrupta de la lectura eficaz en función el tiempo de lectura.
- Se puede informar de emborronamiento inminente.
- Se produce astenopia cuando el lector insiste en continuar leyendo, a pesar de la falta de eficacia de acomodación.
- Frecuente presencia de cefaleas frontales medias.
- Los síntomas se pueden evitar simplemente con no leer, por esta razón muchos niños “desconectan” y se desinteresan por la lectura.

La acomodación hace posible la nitidez de objetos situados entre el infinito fisiológico y un punto próximo, siendo un mecanismo automático y reflejo. Se necesita la intervención de varias estructuras oculares, es decir, existe en primer lugar una contracción del músculo ciliar y se relaja la zónula de zinn (o ligamentos suspensorios que sostienen el cristalino). El cristalino por su parte cambia de forma, posición y poder refractivo y, finalmente, hay miosis pupilar para hacer más efectiva la acomodación, la verdadera deformación del cristalino determina una acomodación física, expresada en dioptrías, mientras que el poder de contracción del músculo ciliar es una acomodación fisiológica y se mide en miodioptrías. Para que haya una acomodación normal y eficaz se necesitan tres requisitos básicos: cierto grado de plasticidad, normalidad del músculo ciliar (tono y eficacia) y normalidad del arco reflejo nervioso (Coltheart, 1985).

Las zonas cerebrales que controlan la acomodación son paralelas a las que controlan la fijación de los movimientos oculares, por lo que las señales visuales se integran en las áreas 18 y 19 y se transmiten en señales motoras a los músculos ciliares a través del área pretectal y el núcleo de Edinger-Westphal (Área 18 y 19 de Brodmann) (Sherman, 1983).

Existen dos tipos de desórdenes en la acomodación que afectan directamente al niño con problemas de aprendizaje (Kephart, 1967; Ayres, 1972; Quirós y Scharager, 1979): por una parte, la acomodación prolongada o aumentada y, por otra, las demandas de acomodación lejos-cerca dismi-

nuidas. Ambas producen un incremento de astenopia, reducción de la amplitud de acomodación y otras… En función de la severidad de estas condiciones y de las demandas de las tareas visuales, el escolar se encuentra obligado a un sobre esfuerzo, con el objeto a tratar de adaptar su acomodación o para tratar de suplir la deficiencia en este mecanismo.

Es conveniente clarificar algunos términos que están muy relacionados con este esfuerzo máximo que, a veces, los alumnos deben realizar en el aula; por una parte denominamos Insuficiencia de acomodación, a la condición en la cual, la amplitud de acomodación está por debajo de la esperada para la edad del niño, según lo aceptado como normal. El término Acomodación insostenida, se presenta como una forma de insuficiencia de acomodación, ya que al medir la amplitud de acomodación, aparece como normal, en un test de ciertas condiciones visuales, pero esta amplitud disminuye o se hace insuficiente, por encima de cierto límite de tiempo, el individuo no puede mantener el enfoque en el plano de visión de cerca en tiempo corto, y finalmente el concepto de Inercia de acomodación, consiste en la tardanza para enfocar cuando existe cambio de distancia de lejos a cerca, de un nivel de acomodación a otro y se halla en los sujetos, quienes después de actividades de visión próxima, no pueden enfocar en visión lejana o viceversa, son niños con historial de bajo rendimiento académico (Palomo, 2005).

Tanto la acomodación aumentada como la acomodación disminuida producen visión borrosa (astenopia), reducción del tiempo de lectura, pérdida de concentración, somnolencia permanente, acercamiento de textos y otras manifestaciones que inciden en el aprendizaje y, básicamente, en el área cognoscitiva de un escolar (Taylor y Schmidt, 1996).

Ahora bien, en cuanto a la efectividad de un tratamiento dirigido se ha comprobado que los alumnos que padecen astenopia secundaria a deficiencias acomodativas y han sido sometidos a un entrenamiento de acomodación, generaron un marcado incremento en la amplitud de acomodación con una reducción significativa de la astenopia, disminución del emborronamiento e incremento en el tiempo de lectura y la comprensión de la misma (Taylor y Schmidt, 1996).

3.2.2. Clasificación de los movimientos oculares durante el proceso lector

Barlow (1990), escribía "lo que tus ojos no ven tu cerebro lo completa" acerca de los movimientos sacádicos oculares. Como ya hemos visto anteriormente, son unos movimientos rápidos que hacemos constantemente con los ojos sin darnos cuenta durante los que no vemos, aunque el cerebro completa la información que falta entre los 20 y 800 milisegundos que duran y lo que no percibimos en realidad. Estos movimientos rápidos del ojo son los responsables del 80% de la visión y son fundamentales para que podamos ver y en concreto leer (Zeki y Semir 1992).

Según Jacob y Karn (2003), la rotación de cada globo ocular se debe a seis músculos (cuatro rectos y dos oblicuos) que lo abrazan exteriormente y aseguran su rotación en cualquier dirección. La retina central –fóvea- tiene por función la captación de imágenes para su identificación y los movimientos oculares están al servicio de esta función retiniana (Strata, Hall, Allen y Crescitelli, 1969).

Como podemos observar en la siguiente tabla, se establece el tipo de movimiento ocular y la función principal que desarrolla a nivel neurológico.

Tabla 2. Movimiento ocular y función principal (Just y Carpenter, 1997)

Tipo de movimiento	Función principal
VESTIBULAR	Para mantener las imágenes en la retina durante los giros de la cabeza.
OPTOINÉTICO	Para mantener imágenes en la retina zdurante un giro mantenido de la cabeza.
SACÁDICOS	Para llevar la imagen de un objeto de interés a la fóvea.
SEGUIMIENTO LENTO	Para mantener en la fóvea la imagen de un objeto en movimiento.
VERGENCIA	Para mover los ojos en direcciones opuestas, de tal forma que la imagen de un objeto se localiza en ambas fóveas.

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 (Ciuffreda y Goldrich, 1983).

Existen muchas clasificaciones de los movimientos oculares en la actualidad, entre ellas tomamos la clasificación de Carpenter, (1977) pues está basada en la funcionalidad del movimiento, y según este criterio, se pueden determinar tres tipos: en primer lugar, aparecen los movimientos para el mantenimiento de la mirada, que son aquellos que compensan el movimiento de los objetos o de la cabeza para que permanezca la mirada fija sobre un punto, a este respecto existen dos tipos de movimiento: los asociados al sistema vestibular y los optocinéticos; en segundo lugar, se citan los movimientos para el desplazamiento de la mirada, que permiten pasar la atención de un objeto a otro y se subdividen en tres tipos, (rápidos- sacádicos, lentos-movimientos de búsqueda o seguimiento y vergencias – versiones) en tercer y última posición, pero no por eso menos importantes, los 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 (Frisby, 1987).

Vamos a detenernos uno a uno, dada la importancia de estos movimientos oculares a la hora de reconocer los grafemas:

1. Movimientos para el mantenimiento de la mirada: Para Trillenberg, Lencer y Heide (2004), estos movimientos 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 llaman vestíbulo-oculares, mientras que los que compensan el movimiento del objeto se denominan optocinéticos, ambos reflejos se procesan en los núcleos vestibulares, el niño se posiciona en el espacio a través de la propiocepción y kinestecismo, de su sistema laberíntico y oculomotor.

   Dentro de este apartado de mantenimiento de la mirada debemos hacer referencia a los movimientos vestíbulo-oculares que, según las investigaciones de Waljer, Zee y Eggert, (2007) es el sistema vestibular 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 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 optocinéticos. Los mecanismos de control postural no pueden ser controlados por la persona, son movimientos reflejos y nunca alcanzan las regiones de consciencia, por lo que 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 respecto al ojo cuando se producen los movimientos anteriormente nombrados.

   A su vez, los movimientos del sistema vestibular se clasifican, según Waljer, Zee y Eggert, (2007) en primer lugar los reflejos posturales estáticos, que están relacionados con la gravedad. Los sensores que responden a la gravedad están en el oído interno junto con los que responden al equilibrio y el oído interno está divido en dos partes; la cóclea, que es el aparato receptivo para el sonido, y la parte no auditiva, llamado sistema vestibular o laberinto. En segundo lugar los reflejos estático-dinámicos, que están asociados con los receptores (tres canales semicirculares con 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.

   En tercer lugar citamos brevemente, el nistagmo vestibular, anteriormente explicado, pero 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 (Madignieri, 1987).

El estímulo para los MOL (movimientos oculares lentos) vestíbulo-oculares lo constituyen los movimientos de la cabeza. La latencia transcurrida desde el inicio del movimiento cefálico hasta el MOL resultante puede ser hasta 15ms. Las velocidades punta de los MOL vestíbulo-oculares son variables, pudiendo alcanzar los 300 a 400º/s (Madignieri, 1987). Los movimientos son conjugados, suaves y el sistema de control es continuo, en estos 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.

Una vez vistos los movimientos vestíbulo oculares y dentro del apartado de movimientos para el mantenimiento de la mirada, hacemos referencia a un segundo tipo denominado 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, por lo que la forma del movimiento optocinético es también del tipo nistagmo (Leighton, 2003).

Dentro del aparado movimientos optocinéticos, cabe destacar un tipo de nistagmo diferente a los anteriormente citados y denominado Nistagmo optocinético (NOC), que puede ser empleado para determinar el estado de motilidad ocular. 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 un tren, 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, y a este fenómeno, a veces, se le denomina el 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 niño. Links, (1975) 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. El NOC es de especial utilidad en los niños como prueba aproximada de la función visual. Un segundo tipo de movimiento optocinético es el Reflejo optocinético; que 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, es decir, 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 (Leighton, 2003).

2. 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, como señala Ettin, Picchioni, Hall, Schulze, Toulopoulou y Landau (2006), 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.

   En primer lugar, en esta clasificación, aparecen los movimientos de mantenimiento de mirada y de fijación, que 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, pero los movimientos involuntarios, como los originados por el sistema vestibular, son controlados por el lóbulo occipital (Waljer, Zee y Eggert, 2007). En segundo lugar y muy importantes, los 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, e s 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 del nistagmo optocinético (Trillenberg, Lencer y Heide, 2004).

El movimiento sacádico es el realizado típicamente durante la lectura y hay tres vías neurológicas finales para el movimiento sacádico, desde la corteza hasta los núcleos oculomotores, según investigaciones de Arden y Constable (2006).

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 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, el colículo superior y del mesencéfalo para luego ir a los núcleos oculomotores y finalmente la 3ª vía comienza desde los campos oculares de la corteza frontal y visual hasta el colículo superior, luego, 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, (Movimiento Ocular Rápido) después de un cambio instantáneo de la posición de ese estímulo, el sistema oculomotor responde con un MOR tras el 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 (Ramchandran, Manoach, Cherkasova, Lindgremn, Golf y Barton, 2004).

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, es decir, pequeños movimientos desarrollan velocidades de 100 a 200 º/s, movimientos más amplios alcanzan hasta 500º/s. Se han llegado a registrar velocidades de 800º/s (Ramchandran, Manoach, Cherkasova, Lindgremn, Golf y Barton, 2004).

Aunque la latencia normal es alrededor de 200ms, 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 solo movimiento sacádico los ojos no llegan a la posición deseada, se induce un segundo sacádico, llamado sacádico corrector. Esta es la impresión más común, a la que se denomina hipometría; lo contrario, menos común, es la hipermetría (Trillenberg; Lencer y Heide, 2004).

Según Carpenter y Just (1980), 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 (Jacob y Karn, 2003).

Transcurrida la latencia necesaria, la respuesta del MOR al desplazamiento del objeto consiste en un periodo de aceleración hasta una velocidad máxima y una desaceleración de los ojos rumbo a la nueva posición del objeto (Jacob y Karn, 2003). 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 (Trillenberg; Lencer y Heide, 2004).

Siguiendo la investigación de Pinzón; León y Blanco Díaz (2007), los movimientos sacádicos son movimientos reflejos, voluntarios y rápidos, que permiten el desplazamiento de la mirada de un punto de fijación a otro dentro del campo visual, de acuerdo con la ubicación de los objetos, y situar su imagen sorbe la fóvea de la retina. Los movimientos sacádicos están constituidos por lo que se denominan sacadas o saltos que se ejecutan para cambiar el punto de posición visual de la mirada, por lo que es conveniente definir una serie de términos relacionados con la importancia de los sacádicos en los procesos lectores.

- Amplitud. Determina el tamaño de la sacada o salto, usualmente se da en grados o minutos de arco. La relación existente entre la amplitud en grados por cada milivoltio en el cambio potencial entre la córnea y la retina no es la misma para todas las personas, aunque el rango puede variar entre 5 y 20uV/º.
- Ganancia. Es la relación existente entre la amplitud que obtiene una sacada y la amplitud determinada. Si esta relación es menor que 1, se dice la sacada es hipométrica, mientras que

si es mayor que 1, se dice que es hipermétrica.

- Duración. Es el tiempo que se demora la persona en la realización de una sacada. Su duración depende de su magnitud, y su duración media oscila entre 30 y 120 milisegundos.
- Velocidad de pico. Es la máxima velocidad alcanzada durante la sacada,la velocidad de estos movimientos se encuentra entre los 20º/segundo y los 700º/segundo.
- Latencia. Es el tiempo transcurrido entre la aparición de un estímulo visual y el inicio de la sacada en respuesta a este, a diferencia de los otros parámetros, el tiempo de latencia es extremadamente variable; toma valores en el rango de 100 a 350 milisegundos.

Existe un tipo de movimiento llamado movimiento antisacádico que consiste en dirigir la mirada al lado simétricamente contrario, donde aparece el estímulo visual. Este movimiento, que también está constituido por saltos o sacadas voluntarias, puede ser analizado en relación con los mismos parámetros establecidos para el movimiento sacádico. 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 (Ramchandran, Manoach, Cherkasova, Lindgremn, Golf, y Barton, 2004).

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 denomina supresión sacádica (Nkam, Thibaut, Denisse, Van der Elst, Ségard y Bravo, 2001).

Experimentos sobre la detección de estímulos demuestran que la percepción es nula durante los primeros 50ms del movimiento sacádico, recuperándose la percepción un tercio después de haberse iniciado el movimiento sacádico (Nkam, Thibaut, Denisse, Van der Elst, Ségard y Bravo, 2001).

En segundo lugar de la clasificación de movimientos de desplazamiento de la mirada, encontramos los movimientos oculares lentos o 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 amplitud (Schafer y Moore, 2002).

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, 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 IV, los cuales están localizados en el cerebro medio y posterior), que envían los impulsos a los músculos extraoculares para realizar los movimientos (Newman, Wadsworth, y Archer, 1985).

Las funciones y características de los seguimientos son, según Preston; Gunthrie y Childs, (1984) 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 125ms.

Las velocidades máximas que se puede esperar en un seguimiento son aproximadamente de 90º por segundo, aunque pueden obtenerse valores superiores con movimientos de objetos de gran amplitud (Ramchandran, Manoach, Cherkasova, Lindgremn, Golf y Barton, 2004).

Los movimientos oculares lentos del reflejo vestíbulo-ocular y del nistagmo optocinético pueden alcanzar velocidades mayores. Los MOL (Movimientos Oculares Lentos) 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 de objeto, pero más tarde los ojos se retrasan con respecto a él y precisan una sacudida de captura para efectuar la refoveoliación antes de proseguir el rastreo con un MOL de seguimiento (Ramchandran, Manoach, Cherkasova, Lindgremn, Golf y Barton, 2004).

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 fácil relacionarlos con la lectura y la actividad escolar. Los seguimientos juegan un papel más significativo en actividades tales como los deportes y la conducción (Leighton, 2003).

El tercer tipo de movimientos de desplazamiento de la mirada son las vergencias y versiones. Para Morris, (1987) 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 (Meyer y Schvaneveldt, 1990).

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, por lo que cuando las imágenes permanecen en fóvea, los músculos que controlan la dextroversión y la levoversión serán iguales, y ambos ojos permanecerán fijando el objeto.

Según las publicaciones de Ross, Olincy, Harris, Sullivan, Radant y Smooth (2000), si por ejemplo, el objeto se mueve a la derecha, la imagen se forma en el lado izquierdo de cada retina y 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) y este será el mecanismo neuronal de las versiones, (Ross, Olincy, Harris, Sullivan, Radant y Smooth, 2000) 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 diplopía (Frisby, 1987; Leventhal, 1991; Ponz y Barber, 1993). 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" (McConkie, Underwood, Zola y Wolverton, 1985).

Con respecto a las vergencias (relación convergencia – acomodación), para Walke y Zee, (2007) los ojos deben funcionar totalmente coordinados para que los resultados perceptivos sean óptimos, ambos ojos deben ser dirigidos exactamente al mismo punto del espacio ya que el sistema que dirige esta función se denomina sistema vergente 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, como anteriormente se ha estudiado (Lederman, Klatzky, Chataway y Summers, 1990). Debido a la distinta posición entre ambos ojos, se producirán imágenes literalmente distintas, lo cual es aprovechado por el sistema visual para producir la estereopsis, es decir, 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 diverger como cuando se observa un objeto lejano después de una tarea en visión cercana (McConkie, Underwood, Zola y Wolverton, 1985).

Según las investigaciones de Barrresi, (1984) 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 dos ojos, alineándolos exactamente sobre el objetivo, 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.

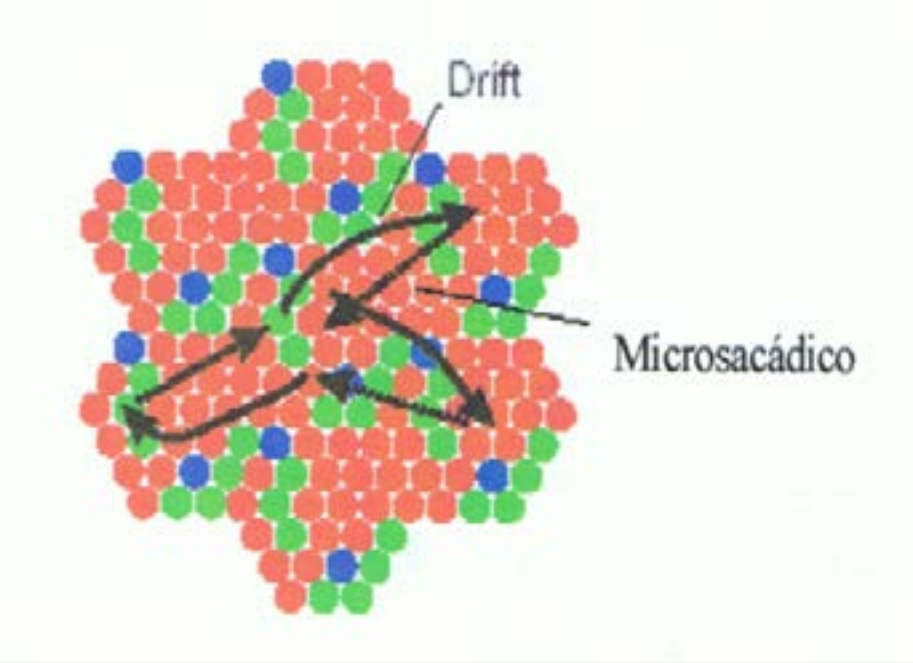
Debido a la complejidad en la coordinación de los mecanismos anteriormente descritos, son los más fácilmente vulnerables ante demandas excesivas del sistema. Las demandas excesivas como las que se producen en la lecto-escritura, los trabajos con monitores de ordenador, etc, hacen fracasar al sistema visual, lo que se manifiesta en una sintomatología molesta o incapaz de realización de las tareas (Etchepareborda, 2001).

El cuarto tipo de movimientos para el desplazamiento de la mirada son los Movimientos de fijación. Para Holzman, (2000) son conocidos como micromovimientos, por su pequeña amplitud. Con los movimientos de fijación se evalúa la habilidad del niño de mantener la fijación estable en un objeto determinado, por lo que 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 y permiten, en definitiva, que el sistema visual esté en las mejores condiciones dinámicas para tener una agudeza visual máxima. Cuando un niño fija un objeto (ya sea monocular o binocularmente) los ojos hacen pequeños movimientos de diferentes tipos, aunque no se sea consciente de ello (Decalato, 1996).

En la siguiente figura 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 está continuamente desplazado a lo largo de la fóvea: las líneas curvas representan movimientos de desplazamiento que son lentos, modulados con un movimiento de lata 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 (Cabranes, 2004).

Tal y como puede comprobarse en la siguiente figura podemos observar el movimiento ocular que produce un recorrido sacádico cuando reconoce el grafema A.

Figura 2. Esquema del movimiento de la letra "A" (Cabranes, 2004).



Para observar estos movimientos se requieren técnicas especializadas ya que son difíciles de precisar 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 luz reflejada en dichos micromovimientos, (Blanco Díaz; León-Martínez; Mendoza y Pinzón-Amado, 2006), 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 movimientos de mayor amplitud, entre 1¨y 20¨en torno a 0.025s. 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 eso, lleva a pensar que las vías de control de los microsacádicos y de los sacádicos son distintas.

En cuanto a la función del nistagmo fisiológico decir que 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 (Borrás y Pacheco, 1997). Se asegura también que los receptores estén continuamente excitados, ya que la luz que cae sobre ellos está continuamente fluctuando. Todos los estudiantes, excepto los muy jóvenes, nerviosos, hiperactivos o distraídos, deberían ser capaces de mantener una fijación precisa, sin movimientos apreciables durante 10 sg (Holzman, 2000).

Una vez revisados los movimientos oculares y su clasificación vamos a referirnos a su relación durante el proceso lector y su importancia en el reconocimiento de los grafemas.

3.2.3. Relación de los movimientos oculares con el reconocimiento de los grafemas

Durante la lectura, la mirada se desplaza de izquierda a derecha en cada línea de manera discontinua, son movimientos bruscos, de amplitud irregular, muy frecuentes durante la lectura, progresivos y están separados por intervalos de tiempo en que la mirada se para en un punto de fijación. (Martín Lobo, 2002)

Al cambiar de línea, se sitúa un poco hacia el interior del principio de la línea y un poco antes del final. En cada punto de fijación el ojo se queda inmovilizado y es cuando "lee" (Morton, 1980; Morton y Patterson, 1980; Ellis, 1984; Patterson y Schwell, 1987).

La cantidad de palabras o signos que perciben durante la pausa o fijación depende del campo de visión,si el ojo vuelve sobre la línea realiza regresiones o de verificación y retorno, pero a veces, por la dificultad del texto o por la longitud de las líneas, se producen movimientos de retorno mal ajustados que se llaman movimientos de rectificación. También se pueden ocasionar por un mal control oculomotor o dificultades de acomodación (McClelland y Rumelhart, 1981).

Podemos afirmar que el conocimiento de la vía visual nos aporta fundamentos científicos para entender y orientar mejor a los alumnos respecto a su funcionalidad visual para leer, y según Genovart, (1975) y Carpenter, (1991) a través del globo ocular y de la retina se captan las informaciones exteriores y se transmiten por las fibras del nervio óptico a la corteza occipital. La acomodación del cristalino es necesaria para enfocar de lejos y de cerca de forma eficaz y los movimientos oculares facilitan las fijaciones visuales para que se pueda captar la información exterior. La visión binocular hace posible que se fusionen las dos imágenes de la retina para que pueda haber visión en profundidad (estereopsis) pero la dominancia ocular es parte importante del establecimiento de la lateralidad, junto con la del oído, la mano y el pie.

Tal y como podemos comprobar en la siguiente tabla se establecen las habilidades y los factores visuales necesarios para que se produzca el aprendizaje de la lectura y el proceso de conversión del grafema al fonema.

Tabla 2. Habilidades visuales relacionadas con la lectura (Martín Lobo, 2000).

Aprendizaje de la lectura	Factores visuales necesarios
Los niños tienen que realizar reconocimiento, emparejamiento y recuerdo de las formas de las letras, por lo que se requieren habilidades visuales, imprescindibles en el acto lector.	La actividad normalmente se desarrolla durante periodos cortos de tiempo.
Se da mayor énfasis en el reconocimiento y recuerdo de las palabras.	Se comienza el aprendizaje de la escritura, y se utiliza como apoyo para la lectura.
Se utiliza un gran tamaño de letra con pocas palabras en cada página.	Se requiere ya un control oculomotor que favorezca la captación de la información y del significado de las palabras.
La globalización de la enseñanza lectora se apoya en la memoria visual.	Es necesaria la percepción de las formas y la discriminación visual, así como la orientación direccional de las letras y del texto.
Los métodos fonéticos exigen un análisis cuidadoso de los detalles de las palabras.	Buena acomodación visual, la integración de los estímulos auditivos y la coordinación oculo-manual. Memoria visual.

Cuando ya sabe leer	Factores visuales importantes
Cuando ya se ha aprendido a leer, la lectura se transforma en un instrumento básico, imprescindible, para el aprendizaje.	La acomodación y la visión binocular influyen directamente en la captación de significados de los textos de estudio.
Las demandas escolares tienen ya otras características.	El control oculomotor es importante para mantener las fijaciones visuales y realizar los movimientos sacádicos por las líneas de la lectura.
Los trabajos de lectura son más largos. El tamaño de la letra es más pequeño.	La percepción y sus leyes se aplican eficientemente para captar la globalidad o analizar los detalles.
Las pistas fonéticas y lingüísticas están disponibles con mayor facilidad. El análisis de las palabras se realiza de forma más automática y existe una menor necesidad de dependencia de la percepción de las formas. Es muy importante la comprensión y la velocidad para captar los significados con mayor facilidad.	La dominancia y la lateralidad visual influyen en los aspectos sensoriales.

Spieger, Sommer y Mounier (1946), descubrieron que para realizar los movimientos oculares son necesarios mecanismos visuales que requieren organización del sistema premotor, dinámica ocular y control superior de los movimientos conjugados. A este respecto vamos a detenernos en la relación de movimientos oculares necesarios para leer, haciendo referencia en primer lugar al control de los movimientos conjugados. Como ya hemos visto anteriormente, los movimientos oculares van desde los reflejos hasta los estrictamente voluntarios, esto indica que existen estructuras superiores que participan en el control voluntario y que ya en 1937 Spieger y Sommer y en 1946, Mounier, localizaron dichas estructuras en la corteza cerebral, tálamo y mesencéfalo y establecieron conexiones poli y monosimpáticas con las regiones oculomotoras. El lóbulo frontal, el área 7 de la corteza parietal y el colículo superior parecen tener mayor influencia sobre los movimientos sacádicos y la corteza temporo-parietal influye sobre los movimientos de seguimiento ocular (Balioh y Honrubia, 1980; Lynch y Mclaren, 1982).

Aunque anteriormente los hemos definido, desde otro punto de vista, ahora los Movimientos de seguimiento, aparecen como pieza clave en el rendimiento lector ya que el sistema vergente obe-

dece a la necesidad de una visión binocular, y el sistema de seguimiento hace posible el seguimiento ocular uniforme de un objeto que se desplaza frente al individuo, al mismo tiempo, facilita la estabilización de las imágenes en la retina, independientemente de los movimientos cefálicos (Ohashi, Watanabe, Kobayashi y Mizukoshi, 1985).

Grupos neuronales localizados tanto en los hemisferios cerebrales como en el cerebelo, mesencéfalo y formación reticular pontina paramediana (FRPP) están relacionados, en mayor o menor grado, con el seguimiento ocular.

La corteza temporo-parietal, es probablemente la porción hemisférica de mayor repercusión sobre el sistema de seguimiento y según las investigaciones de (Balioh y Honrubia, 1980; Lynch y Mclaren, 1982), algunas neuronas del área 7 que recibe múltiples aferencias visuales tanto directas, como a través de sus conexiones con la corteza parietal contralateral, están relacionadas con los movimientos oculares, con la fijación visual, algunas lo están con las sacadas de búsqueda y las menos guardan relación con los movimientos de seguimiento. Estas últimas parecen tener más relación con la atención que despierta el objeto perseguido que con aspectos más concretos del movimiento ocular.

Sin embargo, el lóbulo frontal cuya relación con los movimientos oculares rápidos queda claramente reflejada, parece tener también cierta influencia sobre el seguimiento ocular, aunque en menor medida que sobre los movimientos rápidos (Schiller, et al., 1979). A este respecto existen diferentes teorías sobre el papel que desempeña el cerebelo en los movimientos de seguimiento. En estudios clínicos se ha demostrados que pacientes con degeneración cortical cerebelosa, presentaban importantes alteraciones del seguimiento ocular, (Ohashi, Watanabe, kobayashi y Mizukoshi, 1985), pero es la corteza parieto-temporal, sita en el área 17 del lóbulo parietal, donde existen neuronas cuya actividad está en relación, tanto con movimientos sacádicos, como con movimientos de seguimiento, e incluso con la fijación ocular (Schiller, et al., 1979).

El control oculomotor es necesario para leer con eficacia desde el principio, (Martín Lobo, 2007), por lo que el lector principiante necesita atender a los detalles internos de las palabras, lo cual requiere un control oculomotor preciso. Para utilizar el análisis fonético resulta necesario, una inspección secuencial exacta de las palabras y el control oculomotor está relacionado con la capacidad de mantener la atención.

Durante la lectura, los ojos dividen el texto en "PAQUETES" que son unidos por el cerebro en una experiencia visual espacio- temporal continua (Broadbent, 1985).

Los ojos realizan principalmente tres tipos de movimientos oculares durante la lectura según Vellutino y Scanlon (1982). Estos son: pausas de fijación, movimientos sacádicos y movimientos de regresión.

Para Mitchell (1982), 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 niño-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 reflejos oculares vestibulares y además los sistemas acomodativos deben focalizar correctamente la visión próxima si se producen cambios de distancia en el texto.

Pausas de fijación

Según los estudios de Rayner (1975), Rayner y Mc Conkie (1976), 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 las 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 y esta duración se ve afectada por la complejidad del material de lectura (Holmes y O´Regan, 1981; Dunn y Pirozzolo, 1984).

Los movimientos sacádicos de los ojos están diseñados para cambiar la imagen de un área informativa de la periferia de la fóvea que es donde se producen las fijaciones debido a que es la zona de mayor agudeza visual del ojo. Los investigadores tienden a examinar las fijaciones que separan los movimientos de los ojos puesto que parten de que cuando finaliza un movimiento sacádico comienza el procesamiento de información de la imagen que se visualiza (Rayner, 1977; Just y Carpenter, 1980). Aunque, la parafóvea y la periferia juegan un papel sustancial en los procesos perceptivos de la lectura, las investigaciones se han concentrado fundamentalmente en el análisis de las fijaciones visuales puesto que estas, permiten a los niños establecer un área informativa de la imagen que se visualiza en visión focal, lo que permite un procesamiento más detallado de la información proporcionada por la imagen que se visualiza (De Vega, 1984).

La duración del periodo de fijación parece señalar la importancia relativa que tiene esa área de imagen para el observador y es comúnmente interpretado por los investigadores como una medida de procesamiento cognitivo encubierto, (Just y Carpenter, 1976). Por esta razón, la duración de la fijación varía de forma sustancial dependiendo de la naturaleza y la dificultad de la tarea y del tipo de imagen presentada al observador.

Las características de las fijaciones han sido utilizadas por los investigadores como índices de cómo el niño-lector atiende selectivamente a la imagen y como localización de áreas de significación informativa utilizadas en tareas específicas de toma de decisiones (Abernethy, 1985).

Movimientos sacádicos

Para Morton (1980; Morton y Patterson 1980; Ellis 1988; Patterson y Schewell 1987), los movimientos oculares durante la lectura consisten, la mayor parte del tiempo, en pequeños sacádicos progresivos de 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 palabras comunes y tienen una duración de 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 ese 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, (Williams, 1993), y durante los movimientos sacádicos de una posición a otra del texto se produce una supresión, para evitar la imagen borrosa. Además de esa supresión, ocurren otras antes y después del movimiento del ojo de unos 50 milisegundos de duración (McClelland y Rumelhart, 1981).

Los movimientos sacádicos son los movimientos de ambos ojos en la misma dirección, responsables de los cambios rápidos necesarios para fijar importantes fuentes de información entre sí (Rosembaum, 1991). Consecuentemente, la finalidad de los movimientos sacádicos es permitir la fijación de un sucesivo número de puntos de forma voluntaria en un entorno lector concreto, por esta razón, el análisis de los movimientos sacádicos de los ojos, y las subsecuentes fijaciones tienden a ser considerados de importancia principal en las estrategias visuales de búsqueda de los grafemas (McClelland y Rumelhart, 1981).

El análisis y estudio cuantitativo de estos movimientos permite indagar en la forma con que cada sujeto selecciona la información de un contexto lector determinado, la codifica, realiza el procesamiento de la información y toma una decisión en función de sus experiencias y de su aprendizaje. Son, por tanto, variables que nos permiten investigar en el procesamiento de la información a nivel cognitivo.

Los movimientos sacádicos varían significativamente en velocidad en función de la distancia a recorrer (Williams, 1993). Trabajos más recientes tienden a diferenciar entre movimientos sacádicos y sacádicos extrarrápidos para aquellos que se realizan en un tiempo menor de 99.9 milisegundos entre una posición y otra de la imagen, este hecho se explica por la preprogramación del sujeto del siguiente movimiento del ojo durante un periodo de fijación (Fischer, 1987; Triesman, Cavanagh, Fischer, Ramachandran, Haydt y Von Der, 1990).

La evidencia es que estos movimientos extrarrápidos son anticipatorios en naturaleza y emergen como resultado de la práctica y la familiaridad con ciertas condiciones de la lectura.

Movimientos de seguimiento

Son de especial importancia en el análisis de comportamiento visual del niño-lector. Este tipo de movimientos oculares permite seguir el movimiento lento de elementos en el espacio, como un balón o un laberinto, de forma que mantiene una imagen estable en la retina.

La velocidad de los movimientos de seguimiento es mucho más lenta que en los movimientos sacádicos, con una velocidad angular de entre 30 y 100 grados por segundo, (Rossenbaum, 1991). Consecuentemente, el éxito del sistema visual en la obtención de una imagen estable en la retina depende de la velocidad del objetivo que deben seguir los ojos (Sekuler y Blake, 1990).

En el movimiento de seguimiento los ojos no se van fijando de un punto a otro de la escena visual sino que un mecanismo cortical muy desarrollado detecta el curso del movimiento de un objeto y luego desarrolla de manera gradual un curso similar del movimiento de los ojos (Guyton, 1994). El ojo realiza una sucesión de movimientos que siguen una cierta ritmicidad para coincidir en el mismo punto de la imagen que se visualiza, por lo que el sistema vergente obedece a la necesidad de una visión binocular, y el sistema de seguimiento hace posible el seguimiento ocular uniforme de un objeto que se desplaza frente al individuo y al mismo tiempo, facilita la estabilización de las imágenes en la retina, independientemente de los movimientos cefálicos (Sekuler y Blake, 1990).

Movimientos de regresión

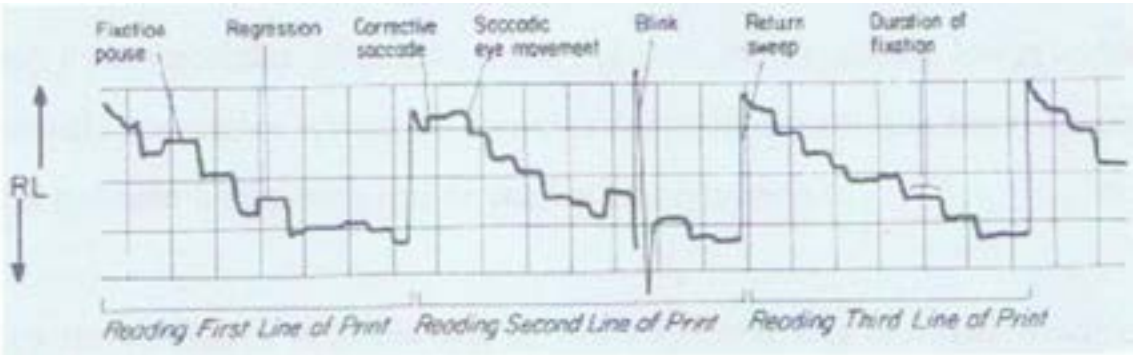
Son movimientos sacádicos hacia la izquierda o hacia atrás y está comprobado que son una parte necesaria para el proceso lector, constituyendo sobre el 5-20% de todos los movimientos durante la lectura en lectores expertos (Guyton, 1994).

Los movimientos de regresión se realizan por una variedad de motivos que según, Holmes y O´Regan (1981) y Dunn y Pirozzolo (1984), pueden ser: corregir la mala lectura de palabras o frases, dar una ojeada a detalles interesantes, verificar significados de algunas palabras y 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. Aparentemente, a nivel superior de procesamiento, hay una integración de la información obtenida en las pausas de fijación durante los sacádicos (Fischer, 1987; Triesman, Cavanagh, Fischer, Ramachandran, Haydt y Von Der, 1990).

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, tal y como puede comprobarse en la siguiente figura en la que quedan reflejados los movimientos oculares que se producen durante la lectura de la primera, segunda y tercera línea de un texto.

Figura 5. Movimientos oculares durante la lectura (Grisham y Simons, 2000).



En síntesis y para finalizar este capítulo, decir que 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 (Johnston, 1989); este campo de integración de la información durante los sacádicos no está muy estudiado. Para realizar los movimientos oculares son necesarios mecanismos visuales que requieren organización del sistema premotor, dinámica ocular y control superior de los movimientos conjugados (Warrington y Taylor, 1978; Warrington, 1988).

Capítulo 4. Lectura: del grafema al fonema.

4.1. Enfoques sobre el estudio de la lectura

A primera vista, parece sencillo aprender a leer. Las palabras poseen un significado, por lo que convertirse en lector implica aprender a traducir los símbolos en pensamiento o habla, pero, cuando se examina con más atención, la lectura se revela como un campo complejo que se apoya en una base de conocimiento del lenguaje y del mundo en la que interactúan factores lingüísticos y cognitivos.
Según Chall (1987) Chall, Jacobs y Baldwin (1990), mediante la lectura, establecemos contacto con los pensamientos y la imaginación de personas muy alejadas en el tiempo y en el espacio, aprendemos de ellas y compartimos sus sentimientos, tales cualidades funcionales constituyen el motivo de que la lectura sea tan importante. Aprender a leer, a dar acceso a los niños al mundo alfabetizado, supone un punto de transición importante. Comenzamos enseñando a los alumnos primero a leer y la lectura pronto se vuelve decisiva para rendir en otras áreas de estudio.
Un cuarto de siglo de investigaciones sobre el desarrollo del lenguaje (Crystal, 1997), nos indica que sin la capacidad de leer, disminuyen radicalmente las posibilidades de éxito del niño en cualquier área del currículo escolar. La importancia de la lectura sobrepasa con mucho la escuela, claro está. Saber leer es crucial para la mayor parte de los empleos y una fuente significativa de información y placer para muchos adultos.

En este estudio se va a tratar especialmente la importancia del entrenamiento visual, en relación con los procesos implicados en la lectura y reflexionar en qué modo éstos interactúan al empezar a leer, ya que, desde Educación Infantil, la capacidad que poseen los niños de percibir y utilizar el lenguaje es, de hecho, impresionante. Según Gibson y Dembo (1984), sus habilidades lingüísticas se desarrollan rápidamente desde el segundo año de vida y, aunque prácticamente todos los alumnos tienen la facultad lingüística básica de aprender a leer y a escribir, suelen presentar grandes variaciones de experiencia lingüística y conciencia metalingüística que influyen en el proceso de alfabetización, además de las diferencias de competencia y de la rapidez de los cambios evolutivos. También hay diferencias significativas en el modo en que emplean el lenguaje los niños de medios sociales y culturales distintos (Chomsky, 1965).

Cuando los niños adquieren conocimiento sobre cada uno de sus componentes, no sólo pasan a formar parte de una comunidad lingüística, sino que inician el gran camino de la alfabetización. El punto de partida en la labor docente será las discusiones sobre el lenguaje en su significado y en sus mensajes, el modo en que los seres humanos utilizan el lenguaje, es decir, la pragmática, pero otro aspecto fundamental a reforzar en este trabajo es la estructura del lenguaje y las reglas de conversión del grafema al fonema, que siguiendo los estudios de Donovan (1996) y Pappas (1993), sobre investigaciones de Chomsky (1965) encontramos, por un lado las palabras, que incluyen su significado, la semántica y cómo los sonidos del habla forman palabras y, por otro, la sintaxis, es decir, combinar palabras para formar locuciones, oraciones subordinadas y oraciones principales. También aparece el discurso como la organización de las frases en unidades de orden superior, como los párrafos, las historias, los informes y las conversaciones.

Según Vigotsky (1978), las capacidades a las que se enfrenta un niño cuando accede al código lector pueden resumirse en las siguientes:

- Capacidades pragmáticas:
    - Conciencia de la letra impresa: Comprender que la letra impresa posee significado; que la lectura es direccional, representa los objetos o el habla o que tiene palabras especiales para describir sus rasgos y actividades.
- Capacidades en el nivel de la palabra:
    - Conciencia gráfica: Reconocer los detalles de las letras (distinguir las diferencias entre la “p” y la “d” o que las palabras están compuestas por letras).
- Capacidad fonémica:
    - Capacidad de “oír” los distintos sonidos de las palabras, reconocer las diferencias y semejanzas de las palabras; saber que se pueden analizar y comparar con las unidades habladas.
- Conciencia de la correspondencia entre los grafemas y los fonemas:
    - Conciencia fonológica: Conocimiento del principio alfabético, que las letras y los sonidos “van juntos“, capacidad de aplicar dicho conocimiento para descodificar palabras desconocidas. Capacidad de dividir las palabras en sus elementos constitutivos, pronunciar las sílabas de las palabras o combinar las partes de una palabra para formar otras nuevas.
- Capacidades en el nivel sintáctico:
    - Conciencia sintáctica: Reconocer y utilizar los patrones de las oraciones que componen el texto o emplear el contexto dentro de la frase.
- Capacidades en el nivel del discurso:
    - Capacidad de la estructura del texto: Comprender las relaciones entre las partes del texto, incluyendo el reconocimiento de los elementos que lo coordinan, conocimiento general de las estructuras de un texto (narración y exposición).

La mayoría del profesorado que enseña a leer, considera esencial que los alumnos las desarrollen. No obstante, la instrucción directa de “habilidades“, en estos y otros aspectos de la lectura, no parece una buena idea si no se relacionan entre sí y se presentan en un contexto de alfabetización significativo, (Ruddell, 1994), si los niños no son capaces de relacionar las habilidades que aprenden con el contexto más amplio de aprender a leer, es posible que lleguen a consideran que la lectura es un conjunto incomprensible de tareas fragmentadas. Sin embargo, un enfoque mejor es enseñar habilidades de modo sistemático, pero siempre relacionándolas con el propósito fundamental de la lectura, comprender lo que se lee y disfrutar de ello (Rothkopf, 1996).

La mayor parte de los autores de la Psicología Cognitiva (Neisser, 1967), están de acuerdo en enfocar el aprendizaje cognitivo desde el punto de vista del procesamiento de la información, con sus matices correspondientes.

Piaget (1975) destaca la construcción que el sujeto hace. Ausubel (1960) pone el acento en el aprendizaje significativo; Witrock (1974), en su carácter generativo; Brandsford (1986), destaca la importancia del contexto donde se aprende; Gagné (1974), señala el carácter jerárquico y las exigencias de la instrucción adecuada; Eysenck (1996), relaciona la personalidad de los sujetos, y apunta la

necesidad de ajustar los métodos de enseñanza del profesor a las aptitudes y capacidades de los estudiantes individualmente; Carroll (1963), ve en el tiempo una condición para aprender; Voss (1978), afirma que el aprendizaje realmente es un transfer; Norman (1978), apunta el almacenamiento de la información en nódulos y según Beltrán (1984), por especialización, éstos pueden ser más eficaces por las tareas específicas contenidas dentro de ellos.

Actualmente el dominio de la lectura sigue siendo un objetivo prioritario en el mundo de la educación. Además, se conoce mucho mejor el mecanismo del acto lector, las implicaciones neurológicas que exige y las técnicas de lectura eficaz que se pueden aplicar. Aproximadamente un 15% de los niños descubren por sí mismos las técnicas para leer bien; estos son niños con un alto cociente intelectual y los demás no son capaces de descubrirlas, necesitan orientación y ayuda (Martín Lobo (2000).

Para leer bien, es necesario, según Martín Lobo (2000), describir signos gráficos, agrupados en palabras y éstas en frases con sentido. Ver y percibir conjuntos de palabras dispuestas en líneas que, en la cultura occidental, van de izquierda a derecha y acostumbrar a los ojos a seguir conjuntos de signos dispuestos de una determinada manera sobre el papel.

El lector realiza un trabajo con sus ojos y con su cerebro muy importante, en el que están implicados los movimientos oculares para seguimiento de las líneas, la convergencia de los dos ojos sobre los mismos puntos de fijación en las palabras, la acomodación del cristalino, la dominancia visual y la percepción (Genovar, 1975).

Es importante en este punto hacer referencia a los distintos enfoques que existen en el estudio de la lectura, para centrar nuestra investigación con aportaciones de cada uno de ellos, pero principalmente del enfoque optométrico, con el que está más relacionado.

4.1.1. Enfoque cognitivo

Hay que subrayar que en Francia, psicólogos escolares como Henri Wallon, René Zazo y Ajuriaguerra (1985) en España, publican, a comienzos de los años cincuenta, trabajos de gran influencia, mientras que el mundo anglosajón, la corriente instrumental destaca de manera constante las dificultades de aprendizaje de la lectura con la expresión "psychological processes". La posición instrumental o cognitiva está claramente definida por Vernon, (1977) que afirma que, aunque los problemas de lectura de algunos de los alumnos pueden ser atribuidos a insuficiencias socioculturales o a trastornos afectivos, existen pruebas capaces de demostrar que numerosas dificultades de los niños provienen de una deficiencia inherente fundamental o de deficiencias en el proceso que interviene en el acto léxico y distingue cuatro clases de déficits, que corresponden a los cuatro procesos psicológicos; percepción, memoria, lenguaje y pensamiento (Vernon, 1977).

Para los cognitivistas, los déficits instrumentales son la causa de las dificultades que encuentran los niños para aprender a leer, por lo que la tarea de sus investigaciones, es la de identificar esos déficits (Mousave, Low y Sweller 1995).

4.1.2. Enfoque organicista

Para sus representantes, los organicistas, resulta muy importante el organismo y su funcionamiento, por lo que centran su estudio en la incidencia que tienen los procesos orgánicos en los procesos de aprendizaje y maduración de la persona. Los primeros casos de investigadores que presentan importantes fracasos en el aprendizaje de la lectura son Kerr, (1897) y Morgan (1896), pero posteriormente se fueron estudiando los centros cerebrales, donde se controlan funciones en relación con la lectura, como, por ejemplo, los conceptos de afasia motriz, Broca, (1861-1865), de afasia sensorial, Wernike (1874) y de alexia, Dejerine (1892), Hinshelwood, (1895) y Kussmaul (1877). Estos fueron formulados algunos años antes de que se enunciaran las tesis neurológicas y genéticas sobre las dificultades de aprendizaje de la lectura y así surgió la concepción, según la cual, el origen de las dificultades para aprender a leer debe buscarse en el cerebro. Para éstos defensores del organicismo, el origen del problema de los malos lectores es de naturaleza neurológica o hereditaria Girolami (1980). A este respecto, cabe reseñar que la Federación Mundial de Neurología establece bien esta concepción, cuando en 1968 define la dislexia evolutiva específica en los términos de trastorno que se manifiesta por una dificultad para aprender a leer a pesar de una enseñanza clásica, de una inteligencia

suficiente y de facilidades socioculturales, revelando incapacidades cognitivas fundamentales que frecuentemente tienen un origen constitucional (Critchley, 1970).

4.1.3. Enfoque neuropsicológico

Podemos citar a Shenov (1900) y toda la escuela Neuropsicológica, surgida en torno a Luria (1973) que afirman que la base más real y directa para interpretar y explicar los procesos cognitivos está en su relación con el funcionamiento de los mecanismos neurológicos. La Neuropsicología formula teorías del funcionamiento cognitivo y construye "modelos" de la arquitectura funcional del cerebro, su objetivo es servir de guía al estudio sistemático.

Estas son las investigaciones que pueden servir de referencia en cuanto a los procesos lectores, según estudios de Habib (1994), por una parte, los mecanismos neurales del lenguaje y su relación con el conjunto de funciones cerebrales superiores, por otra parte la neurobiología del desarrollo que explica, que la adquisición del lenguaje y del aprendizaje en el niño, sirven para evaluar y orientar problemas de reeducación, para prevenir, pronosticar y desarrollar los procesos del lenguaje y los procesos cognitivos.

A este respecto, Luria (1973) propuso tres bloques funcionales, sistematizados en la actividad cerebral superior; estructuras centroencefálicas y límbicas que se encargan de la vigilancia, la direccionalidad y selectividad cognitivas (atención, motivación) y la fijación de los contenidos de aprendizaje, por una parte, y las áreas posrolándicas, sensoriales primarias, secundarias y terciarias, que se encargan de la recepción e integración de las percepciones, por otra, finalizando con la corteza prerolándica de la convexidad, donde se realiza la planificación, la decisión y el control de las respuestas adaptativas. De esta manera, se analizan aspectos neuropsicológicos en los niños y sus implicaciones educativas que, según las investigaciones de DeMyer (1980), Grillner y otros (1982), Logemann (1984), Rantala (1991), Rourke (1990), Springer (1981) y Young (1993), se apuntan modelos informacionales actuales, según los cuales, la cognición y el comportamiento se asientan en "redes neurales" interconectadas que hacen posible el procesamiento serial y el paralelo simultáneamente.

Existe una riqueza y una flexibilidad muy grande, ya que los problemas cognitivos no se resuelven por progresión jerárquica-secuencial, sino por múltiples posibilidades interactivas y simultáneas. Cross y Paris (1988), afirman que las redes o sistemas funcionales complejos no sólo se extienden por el neocórtex de la convexidad cerebral, también participan estructuras mesiales como el sistema límbico y el área motriz suplementaria y las subcorticales como el tálamo y los ganglios basales.

De los estudios como los de Damasio (1985, 1996) se recogen los resultados de un trabajo que describe la localización lexical relativa a nombres de personas o de objetos en regiones diferentes de las clásicas áreas de Broca y Wernicke. Damasio (1989), descubrió que, además de las áreas de producción del lenguaje citadas, hay una región donde se asientan los sustantivos concretos del léxico relacionados con nombres de personas y adjetivos, otra área donde hay un léxico relacionado con nombres de personas y objetos, y una tercera donde hay un léxico de verbos.

Estas nuevas regiones están localizadas en el hemisferio izquierdo, la del léxico concreto se sitúa en la región temporal y la del léxico de las palabras de acción en la región frontal. Según los estudios de Ferré y Aribau (2002), podemos afirmar que el hemisferio izquierdo posee las estructuras dominantes en el procesamiento del lenguaje, mientras que el hemisferio derecho atiende a los sentidos, a algunos procesos emotivos, a los sentimientos y a la creatividad.

En la escuela, los dos hemisferios se deben desarrollar por igual, no sólo el izquierdo, sino también el derecho, lo que favorecerá la formación del hombre como un ser armónico.

El modelo de Geschwind (1960) de la neurología del lenguaje, muestra las áreas corticales implicadas en la comprensión de las palabras, el habla y la lectura que, durante los últimos quince años, han significado grandes avances en el análisis cognitivo en su relación con los síndromes neuropsicológicos, incluyendo los déficits de lectura (Dacey, 1989) y el reconocimiento visual de los objetos (Riddoch y Humphreey, 1994).

Desde el punto de vista funcional, en los procesos de codificación y decodificación están implicados los sistemas de información visual, auditiva, motora, lingüística, conceptual, etc., que se

desarrollan desde los primeros años de vida a través de los procesos neurofuncionales que se desarrollan en los primeros años de vida. La función visual cobra una especial importancia ya que, en esta etapa, el niño va a adentrarse de lleno en el campo de la lectura, por lo tanto, es fundamental comprobar que todas las capacidades y habilidades estén desarrolladas, según Bruce y Green (1985), es conveniente recalcar varios aspectos:

- Buen movimiento de los ojos. Evaluar los movimientos de seguimiento y los saltos sacádicos, es muy aconsejable permitirle que, al leer, utilice el dedo como guía cuando tenga una disfunción oculomotora, aunque el objetivo de la terapia será mejorar la visomotricidad y llegar a prescindir de él, mientras, el dedo le sirve para generar un input sensorial suplementario, que indica al cerebro hacia dónde debe mover los ojos y ayuda al niño a centrar la imagen.
- Los movimientos oculares no sólo son importantes para la lectura, sino también son imprescindibles para construir la memoria visual. Cuando observamos imágenes nuevas o desconocidas, las fijaciones visuales tienden a dirigirse hacia las zonas que son más ricas en detalles, estos patrones óculomotores se reproducirán si la imagen se ve de nuevo, de manera que la visualización o representación interna de un objeto tiene dos componentes: un componente sensorial, que se basa en la imagen que hemos visto y un componente motriz basado en los patrones óculomotores que hemos utilizado para mover los ojos y explorar la imagen (Gibson y Spelke, 1983).
- Gracias a la memoria visual, reconoce e identifica lugares más o menos habituales e imágenes que han sido importantes en algún momento de su vida. También puede seguir juegos sencillos de memoria visual en un espacio plano, con material gráfico del tipo "memori" (Goodman, 1982).
- Ha de percibir bien las tres dimensiones del espacio para poder organizarse en el espacio volumétrico, es un buen momento para realizar un estudio preventivo de su visión y asegurar un buen desarrollo de la binocularidad, la acomodación visual, la visomotricidad, la organización de los sacádicos y la función de las áreas perceptivas (Marr, 1982).
- La capacidad para procesar la información visual ha de permitirle discriminar bien las formas básicas, tanto las concretas de todos los objetos habituales de su medio, como las geométricas, que tanto se utilizan para el aprendizaje prematemático (bloques lógicos) (Goodman, 1982).
- Debe tener un buen desarrollo y un buen dominio y sincronía de la visión central y la periférica, por lo que necesita haber desarrollado la capacidad que nos permite mirar un objeto concreto o un elemento, sin perder de vista el contexto en el que lo estamos viendo (Handel, 1988).
- Hay que tener especial cuidado con el niño que se muestra torpe en la mesa, que tira la botella con el codo, que no ve el agujero del triángulo en un tablero de encajamiento de piezas hasta que lo tiene delante de los ojos o con el niño que se golpea en el marco de la puertas, porque posiblemente, sean niños que no han desarrollado correctamente su visión periférica (Morris, 1987).
- Hay que comprobar que la posición al leer y al escribir sea bastante simétrica y trabaje a la distancia adecuada del papel, si se acerca a una distancia inferior y trabaja con un Reflejo Visual Postural (REVIP) de ineficacia, se genera estrés visual y tiende a bloquear la capacidad de acomodación. Además, el movimiento de la muñeca es forzado, se pierde campo visual por la excesiva proximidad al papel, se pierde el sentido de horizontalidad de las líneas y el trabajo gráfico se empobrece y dificulta enormemente. Cuanto mayor es la distancia al papel, más fácil es conseguir un trabajo distendido y de buena calidad. Todas las posiciones extrañas acostumbran a ser una manifestación de posibles problemas de función visual (Bruce y Green, 1985).

Desde el punto de vista neuropsicológico, la lectura es un proceso por el que determinados estímulos visuales que recibe la retina, son transmitidos al Sistema Nervioso Central y codificados en términos lingüísticos.

Según Ortiz (1995), el complejo proceso motriz necesita integrar y secuenciar muchos movimientos oculomotrices con fijaciones visuales y movimientos sacádicos, acomodaciones, convergencias y otras habilidades visuales para captar la forma de las letras e integrarlas en un símbolo grafémico. Participan las áreas visuales primarias (área 17 de Brodmann del lóbulo occipital) y las áreas 18 y 19 para identificar los grafemas y su disposición secuencial. Los estímulos visuales, transformados en grafemas, adquieren la significación que tienen en el lenguaje y, para esto, intervienen áreas específicas del lenguaje, en este proceso se dan a la vez dos procesamientos distintos y complementarios, uno determinado por la ruta visual, que permite reconocer los símbolos lingüísticos

impresos y otro por la ruta fonológica que permite traducir dichos símbolos grafémicos en fonemas.

La información va desde las áreas de asociación visual, por comunicación entre dos hemisferios, el área 39 de Brodmann, a la circunvalación angular. Por detrás del área de Wernicke, en la zona parietooccipitotemporal, se realiza la transformación de grafemas en fonemas. Para interpretar el significado de las palabras que se leen es necesaria la correcta funcionalidad de estas áreas de asociación, de otro modo, se puede "ver", pero no se puede interpretar su significado; a continuación, se transmite la información al área de Wernicke, área 22 de Brodmann, situada en la parte posterior del lóbulo temporal posterior, que está muy desarrollada en el hemisferio dominante (el izquierdo en la mayoría de las personas). En esta área se reconocen las palabras y se interpretan los significados, si esta zona está dañada, se pueden leer las palabras escritas, pero es difícil realizar los procesamientos sintácticos y semánticos.

Siguiendo las publicaciones de Ortiz (1995,) se lleva a cabo un procesamiento sintáctico que permite ordenar las palabras en un contexto específico, definido por las leyes de la propia lengua y se realiza un procesamiento semántico que da el significado contextual a las palabras, y además, permite la comunicación. En todos estos procesos interviene la memoria Icónica, proceso asociado con las áreas occipitales primarias, en la que se retiene la forma en la corteza durante los primeros milisegundos (Shulman, Remington y McLeand, 1979). También interviene la memoria de corto plazo, proceso asociado a las áreas occipito-parietales, en las que se reconoce como un grafema y la memoria a largo plazo, proceso asociado con áreas frontotemporales, en el que se reconoce semánticamente dicho símbolo.

El área de Broca, en la corteza prefrontal lateral posterior y la premotora, recibe la información y se ayuda del área motora, del cerebelo, los ganglios basales y la corteza sensitiva para leer en voz alta. El desarrollo del conocimiento del niño se inicia en el mismo momento en el que pone en marcha mecanismos perceptivos que le permiten establecer relación con el medio. Según los estudios de Beal, Connors y Paradiso (1998), primero, dedica unos meses a organizar básicamente su mundo interno y a desarrollar el proceso de autoconocimiento, fundamental para dirigirse después al mundo exterior y a desarrollar los procesos de heteroconocimiento, por eso, es tan importante que el punto de partida sea el correcto, es decir, cualquier alteración importante del ritmo o de los equilibrios internos del neonato puede condicionar su patrón de comunicación y descubrimiento del mundo exterior. Él es la referencia de los demás, su cuerpo es el eje central de su experiencia sensorial y su psiquismo el punto cero de las coordenadas con las que analizará y descubrirá a los demás. Sus ritmos internos son una de las referencias importantes a la hora de ubicarse en el tiempo y los ejes de su cuerpo serán las coordenadas con las que medirá el espacio.

En la siguiente tabla se puede apreciar las funciones implicadas en la lectura y sus áreas cerebrales correspondientes.

Tabla 5. Áreas específicas e inespecíficas corticales de la lectura (Ortiz, 1995).

Funciones implicadas en la lectura	Áreas cerebrales correspondientes
Discriminación de la forma.	Áreas visuales occipitales secundarias.
Transformación de estímulos visuales en símbolos grafémicos.	Área 39 del lóbulo parietal.
Participación de las áreas temporales del lenguaje, en las que están implicados los procesos de audición.	Conjunción con las áreas de programación lingüística del lóbulo prefrontal. Área 22 de Brodmann. Área de Wedrnicke.
Participación de los procesos de fijación ocular.	Área 8 responsable de los movimientos voluntarios y área 39-19 parieto-occipital, responsable de los movimientos involuntarios.
Paso de la información al hemisferio izquierdo correspondiente a las áreas del lenguaje.	Cuerpo calloso, responsable de pasar la información de un hemisferio a otro. Área de Broca.

Los estudios más actuales, de los que derivan los métodos de aprendizaje fonético, conceden especial importancia a las habilidades fonológicas, destacando entre ellas, según las investigaciones de Decalato (1985):

- La conciencia de los fonogramas que forman una palabra, que implica ser capaz de analizar los sonidos que la componen (hemisferio izquierdo) y la síntesis de todos los elementos.
- La relación de los elementos fonológicos que componen la palabra con la escritura es muy importante en un sistema de escritura como el nuestro, que es fonético, a diferencia de la ideografía, la escritura fonética consiste en representar cada sonido con un símbolo gráfico. Este análisis falla en el caso de los niños que tienen problemas importantes de escucha o cuadros de dislexia de tipo fonológico, y el gran valor de este sistema consiste en que, cuando aprende a representar todos los signos, el niño puede escribir cualquier palabra que sepa utilizar y analizar fonéticamente.
- La capacidad de decodificación fonológica le permite relacionar las estructuras fonéticas con palabras que ya conoce.
- La capacidad de mantener información fonética en la memoria activa reciente, es una capacidad imprescindible para poder relacionar las palabras nuevas con las que ya conoce y avanzar hacia la lectura más global. Al leer, el niño tiene que identificar los sonidos de cada letra, almacenarlos mientras sigue incorporando los nuevos e ir introduciendo en la memoria activa del hemisferio izquierdo todos los sonidos sin perder el orden secuencial, de esta forma, puede llegar a sintetizar la palabra resultante. Si en el banco de datos de su memoria ya tiene elementos similares podrá ir aumentando la velocidad de decodificación (Eisenberg, 1966).

Esta capacidad de secuenciación fonética se basa en una buena organización auditiva, una correcta organización rítmico-secuencial (temporalidad) y la plena activación organizada de todas las estructuras corticales, incluyendo las áreas de visualización y las de elaboración del lenguaje. La función del Sistema Nervioso es integrada y al leer y escribir, las áreas de ideación, las de visualización y las audioverbales trabajan como una unidad, gracias a la capacidad de integración de la corteza (Decalato, 1985).

Al empezar a leer una palabra y retener la información fonética, se inicia un proceso de construcción de la imagen mental de las letras que el niño ha leído. Cuando ha leído las letras necesarias para evocar un significado, automáticamente, se activa la imagen de representación mental de un objeto, la persona o la situación y la lectura se completa con la construcción de la imagen global de la palabra leída, según las publicaciones de Bryne y Fielding-Barnsley, (1991) por este motivo, todos los factores que pueden interferir la construcción de secuencias de sonidos (alteraciones de la audición y la escucha) e imágenes (alteraciones de la función visual) pueden distorsionar la lectura y la escritura y provocar alteraciones de la familia de la dislexia. Junto con el descubrimiento del método de los movimientos del ojo, han surgido otras investigaciones en el área de la percepción y de la lectura Hilgers (1986).

4.1.4. Enfoque optométrico

Cuarto enfoque y más importante para nuestra investigación al que vamos a hacer referencia y que tras los estudios de McConkie (1997), con nuevos avances y las experiencias que se llevan a cabo en la actualidad, nos llevan a una propuesta interesante para trabajar de forma interdisciplinar, porque el objetivo es abordar aquellos conocimientos del funcionamiento visual que subyacen en el proceso lector.

En el siglo XIV ya se interesaron por estudiar el movimiento de los ojos en la lectura, principalmente porque pensaban que era un movimiento continuo el que hacíamos al leer, posteriormente, Emile Javal (1905) explica, por primera vez, cómo el ojo realiza una sucesión de saltos y pausas al leer un texto recogido al grabar los movimientos oculares, sin embargo en países anglosajones, especialmente en Estados Unidos, y Canadá, Alemania y Japón se han llevado a cabo investigaciones diferentes, en base a los descubrimientos anteriores y a grabaciones de métodos de registro o grabación de los movimientos de los ojos, como consecuencia de estos experimentos, en las publicaciones de Frisby (1987), basados en estudios de Frostig, Maslow, Lepever y Whittlesey (1964) se llegaron a redactar las siguientes conclusiones:

- Los movimientos de los ojos durante la lectura son discontinuos, se mueven a saltos y con detecciones o fijaciones.
- Se "lee" durante las detenciones o fijaciones.
- Las fijaciones de los ojos abarcan 12/13 y los 23/24 partes del tiempo global de lectura.
- Estas detenciones o fijaciones no siguen un ritmo regular a lo largo de la línea del texto: varían en número y duración.
- Los ojos perciben conjuntos de letras o palabras.
- Para leer, los ojos no utilizan toda la extensión de su campo visual de percepción.

En cuanto a la relación de los movimientos oculares y la lectura, diferentes investigadores, como Ciuffreda y Tannen (1995), indican que el examen clínico indica que el desarrollo oculomotor es considerablemente más lento, progresando a lo largo de los primeros años de la escuela elemental, esto se relaciona con que los factores cognitivos y de atención están influenciados por los movimientos oculares hasta su total desarrollo, aproximadamente y hasta la edad de 12 años, y evidentemente esto puede influir negativamente en su rendimiento escolar.

Las disfunciones sacádicas y de seguimientos interfieren, principalmente, en la tarea de los escolares, aunque algunos autores han encontrado estos problemas también en adultos, es decir, los problemas de la fijación visual pueden ser un factor primario que interfiere en la habilidad del niño para leer con rapidez, comodidad y comprensión adecuada, en otros casos, las deficiencias oculomotoras observadas durante la lectura, pueden ser, simplemente, el reflejo de una mala habilidad lectora.

Los movimientos oculares están integrados en un proceso cognitivo más alto que incluye atención, memoria y la utilización de la información visual percibida. Los optometristas afirman que hay una relación entre las malas habilidades oculomotoras y los problemas de atención (Conners, 1971) y que cuando existe esta relación, el tratamiento de las anomalías oculomotoras lleva a una mejora de la atención y la concentración.

En una muestra de 50 niños con problemas de aprendizaje, con edades comprendidas entre 7 y 13 años, Sherman (1973) encontró que el 96% tenía problemas de ineficacia oculomotora (problemas en sacádicos y seguimientos). Hoffman (1980) estudió una muestra mayor, de 107 niños con problemas de aprendizaje, las edades de los niños oscilaban entre 5 y 14 años y evaluó los seguimientos y los sacádicos utilizando las escalas cualitativas. Sus resultados mostraron que el 95% de la muestra tenía problemas oculomotores.

Es interesante puntualizar que tanto Hoffman como Sherman encontraron que la disfunción oculomotora era el problema visual que más prevalecía en sus muestras de niños con problemas de aprendizaje. También Lieberman, (1985) estudió la prevalencia de anomalías visuales en 55 niños entre las edades de 8 y 10 años en una escuela para niños con problemas emocionales. El 53% de los niños tenían disfunciones sacádicas y el 43% tenían anomalías en los seguimientos. En este mismo estudio Lieberman mostró que en una muestra de 1.681 niños de la población normal la prevalencia de disfunciones sacádicas era del 22.6%.

En los diferentes estudios se observó que generalmente las dificultades oculomotoras aparecían relacionadas con disfunciones acomodativas, binoculares y de percepción visual, por este motivo, el tratamiento de las anomalías oculomotoras generalmente se realiza dentro del contexto de un tratamiento general (Sheiman y Wick, 1994).

Con respecto a la percepción y la lectura, según Hillier (1995), parece claro que nuestro espacio perceptivo durante la lectura es bastante pequeño, de hecho, no podemos ver una amplia zona relacionada con la periferia amplia cuando leemos, es decir, con el espacio que captamos alrededor de donde fijamos la mirada. En la decodificación lectora la investigación se ha llevado a cabo de dos maneras, por una parte la construcción de modelos y, por otra, la recogida de datos (Gough y Goodman, 1982).

El mayor hallazgo en este aspecto es que el contexto semántico facilita la identificación de las palabras. El conocer en buena medida la relación entre las palabras ayuda a la decodificación, según Meyer y Scvaneveldt (1971), pero de especial relevancia son los trabajos sobre el espacio funcional de lectura comprobado por medio de la investigación en la fijación visual la importancia de

las fijaciones visuales y de la comprensión lectora. Con respecto a las fijaciones visuales en los textos de la lectura según Chase (1987), podemos realizar varias conclusiones, por ejemplo, la fijación de los ojos durante la lectura depende de varios factores, entre los cuales destacan la competencia del lector y el contenido del texto. Si se lee bien, las fijaciones son adecuadas. Que la dificultad de procesar la información del texto requiere más fijaciones visuales, mientras que a interacción clara de las partes de un texto se relaciona también con menor tiempo de fijación de los ojos, de igual modo, la facilidad de integrar las partes de un texto entre sí requiere menos fijaciones mientras se lee (Daneman y Carpenter, 1980), pero los patrones de fijación son diferentes según la categoría de la palabra, es decir, los nombres, los verbos, los adjetivos y las palabras con contenido en general producen fijaciones del ojo del 80% del tiempo de lectura y las palabras funcionales o de conexión como "el" producen fijaciones el 40% del tiempo de lectura (Carpenter y Just, 1986).

Con respecto a la lingüística, en relación con el enfoque optométrico, nuevas tendencias dan importancia a los aspectos estructurales del lenguaje, siguiendo la concepción de Chomsky, (1959) incide la ruta fonológica la trasformación del grafema visual en fonema, tal y como se ha descrito anteriormente. La interpretación del contenido del lenguaje, la estructura de su contenido y la comprensión del texto son claves para la lectura eficaz, al igual que el conocimiento previo, entendido como el conocimiento que ya posee el lector, se considera un factor significativo en la comprensión de un texto. Según Anderson y Wilson (1986), un lector comprende el mensaje que intenta transmitir un texto cuando es capaz de activar o construir un esquema que explique los objetos y eventos que en él se describen. (Un esquema es una estructura de la memoria semántica que explica detalladamente una información) (Martín Lobo, 2007).

Castellón (2007) afirma que los lectores rápidos leen sólo con los ojos, mientras que los lentos lo hacen visual y oralmente subvocalizando. Tal y como podemos observar en la siguiente tabla, se reflejan la diferencias optométricas entre un lector rápido y uno lento.

Tabla 6. Lectores rápidos/ lectores lentos (Martín-Lobo, 2000).

Lector rápido	Lector lento
El ojo del lector rápido no se desplaza con mayor rapidez; el espacio de tiempo de cada fijación es el mismo, como se ha señalado, del orden de un cuarto de segundo. Pero en este tiempo percibe más signos que el lento:	El ojo se desplaza con la misma rapidez que el lector rápido. Percibe menos signos que el lector rápido.
Fija decenas de palabras (de 5 a 10 palabras)	Fija de 5 a 10 letras (1 0 2 palabras)
La mirada del lector rápido se mueve de manera regular a lo largo de una línea; de izquierda a derecha, de fijación en fijación, y de una línea superior a la inmediatamente inferior.	El ojo del lector lento se desplaza de forma irregular, y tiene frecuentes retrocesos. La lentitud en descifrar obstaculiza la retención y la comprensión del texto.
En un lector rápido los abanicos de visión en una línea son homogéneos y sólo se superponen un poco en los dos extremos del mismo, allá donde la visión de las palabras es menos precisa.	En el lento, los haces de visión se superponen, por lo que se vuelve varias veces sobre una misma palabra en distintas fijaciones y se realizan regresiones.

4.2. Modelos de lectura

4.2.1. Componentes en el aprendizaje de la lectura

Aunque el aprendizaje de la lectura se basa en muchos tipos de conocimiento metalingüístico, en las lenguas alfabéticas ninguna es tan importante para los lectores principiantes como la conciencia fonémica, la capacidad de reconocer y manipular los sonidos del lenguaje oral (Calfee y Patrick, 1995); así, desarrollar la conciencia fonémica en los alumnos es una meta importante en la mayor parte de la instrucción inicial en lectura. La segunda meta consiste en relacionar dicho conocimiento con la letra impresa, que los alumnos adquieran el "principio alfabético", aprender que las letras individuales y sus combinaciones representan los sonidos del habla (Pressley, 1994).

Según Brown y Palincsar (1982), el éxito infantil en el aprendizaje de la lectura depende fundamentalmente del conocimiento del mundo, de las capacidades de la memoria de trabajo y de la memoria a largo plazo y de la capacidad de fijar la atención, no se trata de factores discretos ni separables claro está. Cuando un lector lee bien, todas estas dimensiones operan al mismo tiempo e interactúan con el conocimiento lingüístico, sin embargo, para hablar de los comienzos de la lectura, resulta útil separarlos (Brown, 1973).

Como sucede en el caso de la experiencia lingüística infantil, hay niños mejor preparados en unas dimensiones que en otras, el lector principalmente que posee buenas habilidades generales puede rendir mejor en determinadas tareas de lectura, pero no en otras que requieran un conocimiento o unas habilidades distintas (Alonso y Matilla, 2001).

Vamos a detenernos en cada uno de los componentes de Brown y Palincsar (1982), con respecto al aprendizaje de la lectura. En primer lugar nos encontramos con el conocimiento del mundo, que el niño tiene en el momento en que se enfrenta al proceso lector, es evidente que leemos para comprender (Beal, 1996) y esta búsqueda de significado (el proceso de comprensión), depende del escritor y del lector.

Según Chall (1967), la teoría de los esquemas desempeña una función muy importante en los procesos de comprensión especialmente de los de lectura. Cuando el maestro presenta un texto a un niño sabe que su comprensión para el adulto no supone ningún esfuerzo especial porque reconoce todas esas cosas de modo automático (y, en general, sin ser consciente de su reconocimiento). Sin embargo, muchos alumnos de Educación Primaria no poseen experiencias en los contenidos de un texto determinado, de piratas o de luchas…, si falta una parte de ese conocimiento, la secuencia completa de hechos del pasaje puede resultar incomprensible (Eyssenck, 1993).

El aspecto principal de la lectura – obtener significado – no resulta evidente para los alumnos, pero el significado que construye un lector activo no es, por tanto, únicamente lo que el autor pretendía al escribir el pasaje. Es fundamental saber y recordar a las familias que leer es un proceso constructivo dirigido a comprender, incluso cuando los niños pronuncian o identifican erróneamente las palabras, el profesor debe continuar dirigiendo su atención al significado de lo que leen (Noelker y Schumsky, 1973).

Aunque resulta innegable que los lectores principiantes necesitan de habilidades de descodificación, como la identificación de los sonidos, las letras y las palabras, tales habilidades no constituyen la lectura por sí mismas, porque centrarse únicamente en las habilidades de los lectores principiantes es perder de vista el propósito principal de la lectura, obtener significado de lo que se lee (Martín Lobo, 2007).

Según las investigaciones de Park y Schneider (1975), la percepción influye en la lectura, por ejemplo, la dislexia resulta de un conjunto de trastornos en la percepción, además de otros, puesto que engloba el mundo de las percepciones visuales y también el de las auditivas, con repercusiones en los problemas lectores (Boresl-Maisonny, 1951). En lectores deficientes confluyen características de insuficiencia visual (Bender, 1938; Crosby, 1968; Frostig et.al, 1963; De Hirsch, 1966; Lachman 1960 y Orton, 1962). De igual modo, los elementos perceptivos influyen en el procesamiento de la información (Kolers, 1975; Morrison, Giordani y Nagy, 1977; Vellutino, Steger y Kandel, 1972), ya que en lectores deficientes las imágenes visuales de las palabras almacenadas en la memoria a largo plazo son imprecisas y confusas (Mackworth y Macworth, 1974).

Jorm (1977) considera deficientes las representaciones mentales de los malos lectores, porque en el comienzo del proceso lector tienen mucha importancia las capacidades sensoriales del sujeto, sin embargo en malos lectores no existe la integración de datos visuales –lo escrito- y auditivos –lo oral- (Birch y Belmont, 1964-1965; Davis y Bray, 1975; Muhell y kremenach, 1966). Los malos lectores tienen dificultad en asociar los estímulos audiovisuales y las tareas intersensoriales (Friedes, 1974; Van de Voort, Senf y Benton, 1973), actualizadas por Navarro, (2008).

Puesto que la lectura depende del conocimiento del mundo y del conocimiento lingüístico, es un acto de la memoria, así que vamos a detenernos en el segundo componente de Brown y Palincsar (1982), la capacidad de la memoria de trabajo y de la memoria a largo plazo, por ejemplo, el niño que se fija en una palabra, debe retenerla en la mente el tiempo suficiente como para construir el significado más complejo de locuciones, frases y pasajes completos. El significado nuevo requiere que la información anterior siempre esté disponible y los procesos de comprensión dependen de que se vincule el significado de las palabras que se están procesando con el de las que se han procesado antes (Just y Carpenter, 1987; Ruddell, 1994; Swanson, 1992).

Muchas investigaciones han demostrado que la memoria de trabajo del ser humano es limitada y muy frágil. Esta capacidad a corto plazo del niño pequeño es muy restringida, probablemente porque carece de habilidades de codificación y repaso bien desarrolladas, por ejemplo el número de dígitos que recuerda un niño de cinco años tras una sola presentación es de cuatro aproximadamente (Dempster, 1981) frente a los siete que recuerda un adulto. Sin embargo, leer consiste en una serie de encuentros secuenciales con elementos que están relacionados, que no están aislados. Las letras se agrupan en palabras con significado, las palabras en locuciones y frases, y las frases, en un texto. Según las publicaciones de Hull, (1987), Smagorinsky y Smith (1992), aunque pueda parecer que la información que se obtiene al leer, excede, casi inmediatamente, la amplitud de memoria inmediata (después de que el niño haya leído cinco o seis palabras) no suele suceder así. Cuando las palabras y las frases tienen sentido, el lector utiliza su conocimientos semántico y sintáctico para agrupar la información o más exactamente, para convertirla en proposiciones.

Retomando los estudios de Browm y Palincsar (1989) en la lectura, las palabras forman parte de patrones significativos, no de unidades discretas y aisladas, por lo que construir significado depende de la interacción de ambos. Debemos procurar que la información nueva se mantenga viva en la memoria de trabajo mientras se saca de la memoria a largo plazo la información que se ha obtenido previamente, el ítem clásico de repetición de cifras en orden directo y en orden inverso, que se encuentra en los principales test de inteligencia, refleja resultados más negativos en lectores deficientes.

La repetición de cifras de los test de inteligencia (WISC´R), resultan difíciles para los malos lectores, tal como lo muestran los estudios que comparan sus resultados con los de los lectores ordinarios en cada uno de los sub-test del WISC´R (Badian, 1977; Corkin, 1974; Huelsman, 1970; Perfetti y Goldman, 1976). Según las investigaciones de estos autores, no es posible, a partir de este sub-test, llegar a la conclusión de la inferioridad de los malos lectores en cuanto a memoria inmediata visual porque puede variar el resultado según la naturaleza del material a memorizar o la tarea que se pide.

Según Kass (1996) sobre estudios de Golden y Steiner(1969) y Guthiere y Goldberg (1972), los malos lectores obtienen resultados significativamente inferiores a los de los lectores ordinarios en tareas diversas, por ejemplo en recordar cifras (Spring y Capp, 1974) en discriminar, o identificar letras en un tiempo de apenas unas milésimas de segundo (Morrison, et al., 1977; Stanley y Hall, 1973) en establecer juicios de equivalencia en relación a una serie de imágenes presentadas de uno a seis segundos antes (Cummings y Faw, 1976) y en reproducir, en orden, una serie de formas gráficas vistas diez segundos antes (Noelker y Schumsky, 1973).

La memoria inmediata visual es, junto a la operatividad y el lenguaje, uno de los mejores predictores de los resultados en lectura, obtenidos en un estudio predictivo de Lunzer et al. (1976), sabemos por investigaciones posteriores que los factores presentes en buenos lectores son la memoria inmediata auditiva y la memoria inmediata visual que figuran junto a factores específicos de lectura y de vocabulario (Guthrie, Goldberg y Finucci, 1972), y que las medidas más altas de capacidad y de orden las obtienen los buenos lectores (Fijalkow y Simon, 1978).

Con respecto a la atención, como otro de los componentes de la lectura eficaz, según la clasificación de Brown y Palincsar (1982), podemos decir que leer exige atención. Por ejemplo, el niño debe, desde luego, tener un libro frente a sí, debe dirigir su atención hacia él y debe mirarlo para leer, en el caso de algunos niños, conseguir incluso esto no es asunto trivial, pero los profesores pueden aprovechar un amplio conjunto de sistemas de control de la conducta que, según Kazdin (1994), están concebidos para ayudarles a fomentar las habilidades de la atención. Dentro del acto de leer son, asimismo, decisivas otras formas de atención más sutiles, es decir, los lectores deben aprender a prestar atención de modo organizado y sistemático a los elementos relevantes del texto, tienen que controlar los movimientos oculares, centrarse en palabras específicas y, al menos, mover los ojos de izquierda a derecha y viceversa. Según las publicaciones de Glover, Zimmer, Filbeck y Plake, (1980) la atención debe pasar sucesivamente, de una palabra a otra y dirigirse a las ideas importantes del texto, debiendo desplazarse adecuadamente del texto a las ilustraciones y durante los periodos de instrucción formativa, el problema de centrar la atención se vuelve más complejo, ya que hay que dirigirla, de modo sucesivo, al texto, las respuestas de los compañeros de la clase y las instrucciones y retroalimentación del profesor. Como veremos en los siguientes ámbitos es fundamental para la comprensión lectora adquirir habilidades metacognitivas que orienten estos y otros procesos relacionados con ellos.

Podemos deducir, a través de los siguientes estudios, que los buenos lectores tienen un nivel más alto de lenguaje, ya que mediante la aplicación del test de inteligencia WISC´R, se puede comprobar que los buenos lectores tienen un resultado más alto en perfil verbal (Huelsman, 1970), que el lenguaje se revela como uno de los mejores predictores del aprendizaje de la lectura (Lunzer, et a.l, 1976; Malmquist, 1973; Vellutino, 1977), porque en las tareas de denominación verbal de objetos presentados visualmente como objetos de uso, colores, letras, palabras, cifras, los malos lectores cometen más errores y emplean tiempos de denominación más largos (Perfetti y Hogaboam, 1975; Spring, 1976; Spring y Capp, 1974). En tareas de sintaxis los malos lectores obtienen resultados inferiores (Frey, 1967; Schulte, 1967; Vogel, 1975), y se asocian las dificultades del aprendizaje de la lectura del niño a las perturbaciones en la lectura del adulto como consecuencia de lesiones cerebrales en áreas de lenguaje y otras (Galifret-Granjon, 1951; Hays y Perreira, 1972).

Para la mayor parte de los niños, la ayuda de un buen profesor es esencial para aprender a leer bien, ya que el niño llegue a leer y escribir está en función de su capacidad para vincular los símbolos escritos con la lengua hablada, y depende en gran medida de su conocimiento del lenguaje y del mundo. En las lenguas alfabéticas, los niños deben aprender un sistema que asocia grafemas (letras y combinaciones de letras) a fonemas (los sonidos de la lengua). Sin embargo, leer es mucho más que codificar y descodificar palabras; en la lectura intervienen procesos cognitivos y lingüísticos que abarcan desde la percepción básica de la forma de las letras hasta los niveles superiores de pensamiento y solución de problemas, por tanto, la instrucción inicial no puede ser una simple actividad de "ejercicios y práctica" (Martín Lobo, 2007).

Según estudios de Dewitz, Carr y Patberg (1987), el niño debe:

1. Enfocar la lectura como una actividad significativa: leer es un acto de creación de significado, hecho que puede pasarse por alto en algunos tipos de instrucción y aunque adquirir habilidades de descodificación es esencial para aprender a leer, hay que relacionar la descodificación con el propósito de la lectura; crear significado.
2. Adoptar una perspectiva amplia sobre la alfabetización: la "alfabetización crítica" (Calfee, 1991) que es la capacidad de leer, escribir, escuchar y hablar con eficacia, constituye una meta mejor para la instrucción que "aprender a leer". La alfabetización crítica se alcanza haciendo que los niños utilicen sus habilidades lingüísticas en desarrollo en tareas significativas el propósito más amplio es ayudar a los alumnos a emplear el lenguaje, todas sus formas, para pensar, razonar y comunicarse con eficacia.
3. Ayudar a los jóvenes lectores a descodificar de manera automática: leer bien depende de que se descodifiquen las palabras, con rapidez y fluidez, aunque los lectores principiantes pueden y deben utilizar el contexto a modo de ayuda para descodificar las palabras, tienen que desarrollar, para ser buenos lectores, un reconocimiento automático de las mismas. Los buenos lectores, al final, dependen poco del contexto para descodificar las palabras, pero pueden emplearlo con mucha efi-

cacia si lo necesitan (Adams y Bruck, 1995; Perffeti, 1992) en cambio, los lectores deficientes suelen tener dificultades para descodificar las palabras de modo automático. Es importante la instrucción explícita en descodificación (Samuels, 1994).

4. Basarse en el conocimiento general y en el conocimiento del dominio que posee el niño porque el conocimiento subyace a un funcionamiento cognitivo eficaz. Los procesos cognitivos de la lectura no constituyen una excepción, todos los niños tienen conocimiento del mundo que los profesores pueden utilizar en la instrucción inicial en lectura, si la lectura no se relaciona con la experiencia infantil, se convierte en un ejercicio sin sentido de decir palabras. Evocar sus marcos de referencia permite a los niños comprender lo que leen y regular mejor su propio aprendizaje.
5. Animar al niño a desarrollar su conocimiento metalingüístico. La alfabetización depende, en buena medida, de que los niños aprendan cosas sobre el lenguaje, de su conciencia metalingüística. Llegar a ser un lector independiente y autorregulado y avanzar hacia niveles superiores de alfabetización depende del aumento de la conciencia metalingüística (Martín Lobo, 2007).
6. Esperar que los niños difieran ampliamente en su progreso hacia la lectura fluida. Sabemos por las investigaciones de Dewitz, Carr y Patberg (1987), que la mayor parte de los niños se alfabetiza sin contratiempos, pero algunos les cuesta mucho aprender a leer. En todo grupo de lectores, en el tercer o cuarto curso, entre un 10% y un 15 % lleva dos años de retraso en el nivel de lectura con respecto a su grupo de iguales, entre un 3% y un 5% tiene problemas más graves y se retrasa uno o dos cursos con respecto a sus iguales.

Las palabras encarnan poder, las palabras integran la acción y las palabras nos permiten hablar, leer y escribir con claridad, seguridad y encanto (Navarro, 2008), el conocimiento del vocabulario se halla, en muchas áreas, estrechamente vinculado a la competencia. Comprender las palabras y saber cómo emplearlas genera la apertura al mundo, las puertas de la cultura y de las relaciones sociales, una educación para y por el ocio, pero también saber vocabulario influye en la eficacia del aprendizaje, porque un vocabulario amplio contribuye al procesamiento cognitivo, al ser más rápida la escucha y la comprensión al leer y más precisa la expresión de las ideas y al hablar y escribir.

Se sabe que, desde hace años, existe un vínculo entre el conocimiento del vocabulario y los resultados académicos satisfactorios, además de una correlación positiva con el mundo interior y la coherencia de actitudes ante la vida y las relaciones sociales de estos alumnos. Conry y Plant (1965), en un estudio inicial pero representativo, hallaron correlaciones de 0.65 y 0.46 entre las puntuaciones de vocabulario y las calificaciones en la escuela primaria, secundaria y universidad respectivamente. La correlación entre las pruebas de vocabulario y la inteligencia también suele ser muy alta, con frecuencia del 0.80 o superiores. Importantes habilidades basadas en el lenguaje, como la comprensión lectora y la calidad de la escritura, también se relacionan estrechamente con el vocabulario. Según Stahl y Fairbanks (1986), la instrucción directa ha sido el enfoque más habitual, haciendo que los alumnos memoricen palabras y sus definiciones, pero los autores anteriormente citados demostraron que la lectura es la vía más potente para incrementar el vocabulario y conseguir una riqueza interior suficiente para tener un mundo propio lleno de vida y de responsabilidad ante las falsas ofertas que los medios de comunicación ofrecen a los adolescentes.

Los buenos lectores suelen hacerse preguntas sobre su comprensión, reflexión sobre el modo de emplear la información y deciden si las ideas son importantes, como se recordará, hacerse preguntas y clarificar los contenidos forman parte integral del método de la enseñanza recíproca de Palincsar (1984), asimismo, como estrategia de comprensión generalizada, el autointerrogatorio se puede ampliar con facilidad al pensamiento en voz alta y a la creación de intercambios en el aula organizados en torno a preguntas y respuestas sobre las preguntas generadas de la lectura de un libro.

Según Pressley, Daniel, Turnure, Wood y Ahmad (1987); Woloshyn, Pavio y Pressley (1994) establecer diálogos y debates, fórum o grupos de discusión en el aula con los alumnos ayuda a sentar las bases de una educación para el ocio, les anima a acercarse a las charlas, conferencias y a despertar el interés por los debates televisivos ayudando a establecer un criterio de selección a la hora de enfrentarse al bombardeo televisivo. Hace ya más de 30 años, Erns Rothkopf, comenzó un influyente programa de investigación para estudiar cómo las preguntas se insertaban en un texto expositivo influían en el recuerdo del lector, cabría señalar que, entre muchos de los resultados, de esa investigación la lectura y los debates sobre la misma sondeaban el aprendizaje intencional (el aprendizaje

que se requiere para contestar las preguntas adjuntas) y el aprendizaje incidental (o aprendizaje que no requiere esas preguntas).

El estudio de Rothkopf (1996) ejerció una importante influencia, tanto en el plano metodológico como en el conceptual, orientando a los docentes en una serie de recomendaciones, fruto de su estudio, de las que recogemos una breve reseña:

1. Leer se relaciona estrechamente con el éxito en la escuela y en la vida diaria, incluso en la era de la información, con su énfasis en tantos medios de comunicación, la lectura continúa siendo, en casi todos los campos, la fuente primaria de información que subyace a una comprensión auténtica, por desgracia, hay cada vez más pruebas que demuestran que, en la actualidad, los alumnos no leen con eficacia, por lo que la comprensión de muchos alumnos de cualquier nivel escolar es mínima y literal (Guthrie y Wigfield, 1997) por tanto, debemos esforzarnos en desarrollar lectores dedicados, lectores que no sólo estén motivados para leer con diversos propósitos, sino que también posean las habilidades para comprender los materiales que leen y aunque dista de ser un desafío trivial, no es imposible. Asimismo, se puede ayudar a los niños a desarrollar las habilidades de comprensión, ya que al modelar el empleo de éstas y al enseñarlas directamente, el profesor ayuda a los alumnos a leer con más eficacia. Es evidente que a medida que mejora el nivel de habilidades de los alumnos, la lectura se transforma en una experiencia más productiva y positiva.
2. Animar al alumno a ser un lector activo, sobre todo, porque los modelos actuales de la lectura describen una gama de procesos de lectura tan variada como los procesos perceptivos automatizados y la activación de los marcos conceptuales del lector. No cabe pasar por alto ninguno de ellos si el objetivo es la comprensión lectora, ya que cuanto más activo es el lector, haciendo preguntas sobre lo que lee, relacionándolo con lo que ya sabe, pensando en sus consecuencias, expresando ideas con sus propias palabras, más probables resultan la comprensión y el aprendizaje. Ambos derivan de la interacción del lector con el material textual (Ruddell y Ruddel, 1994).
3. Ayudar a los alumnos a convertirse en un aprendiz activo de vocabulario. La lectura es la vía principal para incrementar el vocabulario, está demostrado que cuanto más lee un lector, más amplio es su vocabulario y más ricas son las redes de conocimiento que subyacen a éste. El lector voraz tiende a poseer un vocabulario muy amplio, el lector moderado, un vocabulario moderado, y el lector no habitual, un vocabulario escaso, (Scruggs, Mastropieri, McLoone, Levin y Morrison, 1987).
4. Utilizar organizadores previos para incrementar la comprensión lectora. La mayor parte de los teóricos de la lectura considera que el aprendizaje es el resultado de la interacción entre el lector y el material que lee. Cuando la información que hay que aprender se vincula a lo que el lector ya sabe, aumenta la comprensión, por lo que los organizadores previos y la activación de esquemas son dos métodos destacados para llevar a cabo dicha vinculación. Los organizadores previos son materiales destinados a servir de andamiaje de lo que se deba aprender; suministran un marco familiar para el material nuevo y desconocido (Alonso y Matilla, 2001).
5. Enseñar estrategias importantes de modo explícito. Casi una generación de investigadores de la función de la metacognición en la comprensión lectora ha centrado nuestra atención en la importancia de varias estrategias clave de lectura. Los alumnos deben saber, por ejemplo, la diferencia entre la información que es importante y la que no lo es y resumir los agrupamientos de información demasiado amplios para hacerlos manejables, deben realizar inferencias adecuadas a partir de lo que leen y supervisar si lo comprenden o no (Schön, Schraw e Impara, 1998).

Los modelos de comprensión lectora se pueden reunir en tres grupos generales: por un lado, los modelos regidos por datos, por otro, los modelos regidos por conceptos y, finalmente, los modelos interactivos (Navarro, 2008).

La lectura es un proceso perceptivo, lingüístico y cognitivo muy complejo que requiere un conjunto de habilidades y destrezas (Solé, 1992; Vidal-Abarca y Gilabert, 1991) pero existen diferentes modelos explicativos sobre cómo se produce la comprensión del texto, (Alonso y Mateos, 1995), las teorías de Bottom- up de Gough, 1972 y de Laberge y Samuels 1974; Carpenter y Just (1980), entre otros y del de top-down de Goodman (1967), o la de autores que proponen modelos en paralelo o ascendentes y descendentes.

Después de 1960, en el marco de la Psicología Cognitiva, algunos de éstos modelos resaltan los procesos de atención y memoria como partes muy importantes de la lectura, a este respecto, Samuel y Kamill (1984), señalan las causas que dan lugar a la construcción de estos modelos, por una parte la investigación del lenguaje y los estudios psicológicos realizados sobre los procesos mentales, por otra, la perspectiva lingüística, que subraya los procesos básicos implicados en la lectura, y finalmente, la evidencia empírica sobre los procesos básicos de la lectura.

4.2.2. Modelo regido por datos o Procesamiento ascendente

Los modelos de comprensión lectora que hacen hincapié en la descodificación y el significado de las palabras se denominan modelos regidos por datos (Andre, 1987; Rumelhart y Mc Clelland, 1981) por ejemplo, al describir la comprensión de un pasaje, tales modelos identifican un punto de partida, como la identificación de las palabras. Las estructuras de orden superior, como las frases, se construyen palabra por palabra, a medida que el lector avanza en el texto,(Rayner y Pollastexk, 1989) y desde esta perspectiva, el flujo de información va de las palabras (o incluso las letras a las estructuras sintácticas, al discurso y a las estructuras semánticas. Un modelo inicial, pero muy bien desarrollado, de este tipo lo formuló Gough (1972), y vamos a examinarlo como ejemplo de la comprensión lectora orientado por datos.

Para comprender el modelo de Gough hay que revisar algunos temas de la investigación básica sobre la lectura. Muchos investigadores, Gough entre ellos, han utilizado un equipo de seguimiento de los ojos para seguir los movimientos oculares del lector a medida que la mirada se desplaza por la página del texto impreso, en general, dichos movimientos consisten en una serie de paradas y arranques. Los ojos enfocan brevemente un punto del texto (lo que se denomina fijación) y luego se desplazan rápidamente hacia otro, movimiento que se denomina movimiento sacádico. Durante las fijaciones, la visión se halla limitada a unas cuantas letras (MacConkie,y Rayner, 1997).

Gough (1972) empleó los resultados de la investigación sobre el seguimiento de los ojos como punto de partida para su modelo, según el cual los lectores avanzan por una frase, letra por letra, palabra por palabra. Los procesos de la lectura comienzan con una fijación ocular en el primer segmento del texto, seguida de un movimiento sacádico, una segunda fijación y así sucesivamente a lo largo del texto. Gough postuló que, en cada fijación se colocan de quince a veinte letras en el almacén icónico y cuando la información se halla en este almacén (en bruto, in procesar), comienzan los procesos de emparejamiento de patrones, comparación que se produce, letra por letra, de izquierda a derecha. Gough, calculó que se tardarían de diez a veinte milisegundos en identificar cada letra, y también supuso que la información del almacén icónico duraba un cuarto de segundo, y que el lector realizaba tres fijaciones por segundo. Basándose en tales supuestos (apoyados por los datos disponibles sobre los movimientos oculares), Gough, calculó que eran posibles velocidades de lectura de unas trescientas palabras por minuto.

Aunque ningún modelo regido por datos excluye totalmente la función de la memoria a largo plazo ni supone que los estímulos de entrada determinará por completo el significado, el modelo de Gough es uno de los ejemplos más claros de este enfoque. Sostiene que cada letra de cada palabra se procesa de manera consecutiva y que se asigna significado al texto basándose en los significados almacenados en la memoria. Sin embargo, el propio Gough previó que estos modelos estrictamente regidos por datos plantearían problemas graves.

El modelo de Gough (1972) intenta describir y precisar los eventos que ocurren en el primer momento de la lectura, se centra en el proceso de reconocimiento de las palabras y considera que la lectura se lleva a cabo letra por letra, las cuales son procesadas por el lector antes de que se les asigne un significado. Este modelo explica por qué la lectura empieza con una fijación del ojo en el estímulo visual que dura aproximadamente unas 250 milésimas de segundo y abarca unas 15 o 20 letras. El patrón visual que resulta se refleja en la retina gracias a la actividad neurológica de la corteza cerebral, es así como se forma un icono que viene a ser como una imagen visual no identificada (serie de barras, líneas, curvas, ángulos, espacios, aberturas etc). La imagen icónica de la entrada visual se mantiene durante un periodo muy breve (fracciones de segundo) en la retina, aun cuando el estímulo visual haya desaparecido, (Millán, J.A, 2009), la imagen visual del icono es reconocida, por medio de un dispositivo reconocedor, como patrones familiares o letras, estos patrones recono-

cidos, de forma rápida, son registrados y decodificados con la ayuda de un código que transforma los caracteres en su correspondiente representación fonética. La representación fonética sirve como input, se enfrenta las series fonéticas a un lexicón que sería semejante a un diccionario mental de las palabras con su significado. Los cuatro o cinco ítems léxicos mantenidos en la memoria primaria sirven de input para un sistema mágico, denominado "Merlín", que de algún modo aplica las reglas sintácticas y semánticas y determina profunda la información que entra.

La estructura profunda se registra en la memoria final TPWSGWTAU que representa el lugar donde van las palabras cuando son comprendidas, una vez que todo el input del texto ha encontrado un lugar en la memoria final, se da por finalizada la lectura (Kavanagh y Mattingly, 2000).

Una vez revisado el modelo de Gough, vamos a hacer referencia a otro modelo de líneas ascentente, el Modelo de Laberge y Samuels que llega a ser un modelo interactivo. Samuels (1977), hace referencia a un sistema de retroalimentación que conecta entre sí los diferentes componentes del modelo, lo cual permite que el producto final de la comprensión influya en los procesos anteriores, por ejemplo, cuando leemos palabras conocidas, nuestra lectura es más eficiente, y Samuels y Kamil (1984) resaltan tres funciones de este modelo: por un lado, intenta mostrar cómo es utilizada la atención por lectores de diferente habilidad; por otro lado, describe una serie de caminos que puede seguir la información a lo largo del sistema de procesamiento hasta que se comprende el significado de lo leído y, finalmente, explica cómo se lleva a cabo el procesamiento en cada uno de los componentes del modelo: en la atención, en la memoria visual, en la memoria fonológica y en la memoria semántica.

4.2.3. Modelos regidos por conceptos

Frente a los modelos de comprensión lectora regidos por datos, los modelos regidos por conceptos hacen hincapié en el papel orientador del conocimiento.

Según Goodman (1982), en lugar de describir la lectura como un análisis consecutivo y detallado, letra por letra y palabra por palabra, del texto para extraer su significado, estos modelos se basan en la premisa de que las expectativas del lector con respecto al texto y su conocimiento previo determinan el proceso de comprensión. Sin embargo, los modelos difieren enormemente en los elementos en que hacen hincapié, así el modelo más conocido de los que se centran fundamentalmente en el procesamiento regido por conceptos sea el de Kenneth Goodman (1982).

El modelo de Goodman (1982), a diferencia del modelo de Gough, que se basaba en el análisis de los movimientos oculares durante la lectura, procede de sus observaciones de los errores infantiles en lectura oral. En sus investigaciones, Goodman pidió a los niños que leyeran historias en voz alta que les resultaban difíciles y su análisis de las clases de errores que cometían le indicó que la lectura estaba regida por procesos que llevaban al lector a predecir el contenido del texto que venía a continuación.

Goodman creía que el lector utiliza el texto como medio de confirmar o rebatir sus predicciones sobre lo que va a aparecer en él y describe cuatro ciclos de procesamiento que tienen lugar de manera simultánea e interactiva:

1. El procesamiento visual (recibir los datos de entrada visuales).
2. El perceptivo (identificar las letras y las palabras).
3. El sintáctico (identificar la estructura del texto).
4. El semántico (construir el significado de los datos de entrada) (Goodman, 1994).

Cuando el lector comienza a leer, construye un significado inicial del texto, significado que constituye una predicción con la que se comparan los futuros datos de entrada, si se confirma la predicción del lector, la lectura continúa y el significado construido se enriquece con información nueva, si la predicción no es correcta, el lector disminuye la velocidad y vuelve a leer lo que había leído o busca información adicional para construir un significado más preciso (Goodman, 1982).

El modelo de Goodman nos indica que los errores, o claves erróneas, como prefiere denominarlos, son muy comunes, aunque no son forzosamente el resultado de una lectura deficiente, sino que derivan de los mismos procesos que la buena lectura, de hecho, el mayor apoyo de la idea de

que el significado construido rige la lectura proviene de su investigación sobre los errores de lectura (Goodman, 1982).

La principal virtud del modelo de Goodman, se halla en su hincapié en los procesos regidos por conceptos, y resulta muy atractivo que se base en el análisis de los errores de lectura infantiles. Sin embargo, André (1987) señala que el modelo hace excesivo hincapié en los procesos regidos por conceptos y que no ha resultado muy útil para orientar la investigación en lectura ni sus aplicaciones. No obstante, este modelo nos recuerda a los profesores, una vez llevado a la práctica, la importancia del conocimiento del lector y la necesidad de comprender lo que lee.

Por una parte, un modelo de lectura regido exclusivamente por datos tiene problemas para explicar la influencia del conocimiento del lector y los efectos del contexto, pero, por otra parte, los modelos regidos por conceptos se centran directamente en la función del conocimiento, pero tienden a ser poco precisos y a no tener en cuenta la importancia de los procesos regidos por datos, como el conocimiento fonémico, y la descodificación de las palabras en la comprensión lectora. Debido a estas limitaciones evidentes de ambas clases de modelos, se han propuesto varios modelos interactivos (Adams y Collins 1977; Kintsch, 1986; Kintsch y Van Dijk, 1978; Rumelhart y Mc Clelland, 1981).

En estos modelos interactivos de lectura se hallan presentes tanto los procesos regidos por datos como los regidos por conceptos y la comprensión lectora es el producto de su interacción. Los modelos de Just y Carpenter (1987) y de Kintsch y Van Dijk (1978) han producido gran número de investigaciones y aplicaciones.

Comenzaremos examinando uno de estos modelos, el modelo de Smith (1971). Este autor distingue entre dos tipos de información en el proceso de la lectura, la información visual que se refiere a lo impreso y la información no visual constituida por una serie de categorías, reglas y redes de interrelación que se encuentran en el sistema de la memoria; esta información no visual permite leer con rapidez y con facilidad haciendo que el lector procese la estructura profunda del lenguaje, sólo una pequeña parte de la información que se necesita para la comprensión proviene de la página impresa, la información restante va a depender de lo que el lector conoce o ya sabe, por lo que la lectura se realiza cuando el lector es capaz de aportar suficiente información no visual como para reducir la cantidad de información visual a la que debe atender el texto. Smith (1971) afirma que el lector se va anticipando al texto y las expectativas que tiene reducen la incertidumbre sobre el significado de lo que lee.

4.2.4. Modelos interactivos

El término interactivo hace referencia a los modelos que intentan explicar cómo actúan los procesos superiores de inferencia en la lectura, conjuntamente con los procesos inferiores y automatizados de reconocimiento de palabras, para dar lugar a la comprensión efectiva del texto (Alonso y Matilla, 2001). Entre los modelos interactivos más representativos están los de Stanovich (1980), Just y Carpenter (1976-1980) y Kintsch y Van Dick (1978).

A este respecto, el modelo interactivo de Just y Carpenter (1987), al igual que el modelo regido por datos de Gough, derivaba de un programa de investigación de los movimientos oculares. Sin embargo, a diferencia de Gough, Just y Carpenter defendían un conjunto interactivo de procesos en el que la interacción del lector con el texto produce la construcción de significado. Postularon procesos en el nivel del emparejamiento de patrones, de la memoria de trabajo y de la memoria a largo plazo, procesos que no son secuenciales, sino muy interactivos, porque para ellos, la comprensión lectora comienza en la primera fijación, en la cual, los estímulos visuales entran en el almacén icónico. A diferencia de Gough, que sostenía la existencia de un número fijo de letras en el almacén icónico, Just y Carpenter (1987) indican que la cantidad de datos de entrada depende de varias diferencias individuales, la capacidad lectora, el conocimiento del área de contenidos sobre la que se lee y el objetivo del lector.

Cuando los datos de entrada visuales se hallan en el almacén icónico, el siguiente paso consiste en extraer los rasgos físicos de las palabras, proceso que, básicamente se halla regido por datos, pero que interactúa con el conocimiento de la lectura y el contexto de la misma; a continuación,

tiene lugar la asignación de significado, aunque predicciones del mismo pueden preceder a la extracción de rasgos físico y orientarla. El significado y el contexto son importantes, incluso en el plano de la percepción básica, por lo que asignar significado a una palabra, por tanto, no sólo depende de la extracción de rasgos físicos y del conocimiento o recuerdo de las palabras, sino también del significado que el elector construye para el pasaje que lee (Just y Carpenter, 1976-1980; Kintsch y Van Dick, 1978).

Estos autores, realizaron numerosos estudios sobre los movimientos oculares que realizan los sujetos del "college" durante la lectura (Carpenter y Just, 198; Just y Carpenter, 1976-1980). En los supuestos de este modelo se afirma que la longitud de las fijaciones oculares varía en función de factores tales como la familiaridad de las palabras; se realizan fijaciones más cortas para las palabras de función que para las de contenido y la media de los sujetos es de 1,2 palabras por fijación y tienden a saltarse aquellas palabras de mayor frecuencia de uso.

Este modelo supone que el lector va interpretando cada palabra según la va encontrando en el texto, (Carpenter y Just, (1980). Además, es flexible, ya que intenta describir los mecanismos en todos los estadios del procesamiento. Cada uno de ellos se ve influido por los demás, con anterioridad o simultáneamente.

El siguiente modelo al que nos referimos, dentro de los modelos interactivos es el modelo del procesamiento del discurso de Kintsch y Van Dijk. Estos autores (1978) también han propuesto un modelo interactivo que ha ejercido gran influencia en el modo de pensar de los investigadores sobre cómo procesan los lectores la información de un texto. Su modelo se centra en el procesamiento del discurso (la comprensión de las ideas o temas principales de un texto) y en el modo en que se construye el significado a medida que el lector avanza en el texto.

En el modelo de Kintsch y Van Dijk (1978), el significado básico de las frases se representa mediante proposiciones, y en el discurso, las proposiciones están relacionadas entre sí, representando el significado del texto en forma de red de proposiciones jerárquicas. El modelo se organiza en dos planos básicos; la microestructura y la macroestructura.

La microestructura del texto es el nivel básico del discurso en el que las proposiciones ser relacionan entre sí, es una estructura de conocimiento que interrelaciona todas las proposiciones del texto. La repetición del vocabulario, las inferencias y las limitaciones de la memoria de trabajo desempeñan funciones importantes en la naturaleza de la microestructura que el lector construye, (Kintsch, 1974), al mismo tiempo que el lector crea la microestructura, también crea la macroestructura.

La macroestructura del texto corresponde a la esencia o significado del mismo. Mientras que la microestructura representa directamente las proposiciones del texto, la macroestructura está regida por esquemas; combina el conocimiento previo y las inferencias de la persona con la microestructura de texto. En esencia, los elementos de la macroestructura son las "ideas principales", las proposiciones que se abstraen de la microestructura, (Kintsch y Van Dijk, 1978),

Los rasgos de su modelo, en el que la representación global del texto (su significado) es el resultado de múltiples huellas en la memoria de frases sucesivas que se describen de manera verosímil un proceso en el que se construye el significado a partir de la estructura básica del texto, la estructura de lo que sabe la persona y las inferencias que las relacionan.

Otro modelo digno de mención, es el modelo de Stanovich (1980). Se caracteriza por ser un modelo interactivo que centra la atención en un procesamiento compensatorio, en el que las deficiencias de un nivel pueden ser compensadas por el procesamiento en cualquier otro nivel, por ejemplo, un mal lector, que puede ser lento e ineficaz en el reconocimiento de palabras, puede compensar esta dificultad mediante el procesamiento arriba-abajo; por el contrario, si un lector es experto en el reconocimiento de palabras, pero desconoce el tema del texto, recurrirá al procesamiento arriba-abajo.

El modelo de Stanovich (1980) explica algunas diferencias de orden neuropsicológico que pudieran observarse entre buenos y malos lectores, las habilidades visuales y perceptivas o fonológicas pueden apoyar el procesamiento sintáctico y semántico del texto y a la inversa, aunque, los modelos de la lectura siguen evolucionando, creemos que los modelos interactivos como el de Just

y Carpenter y el de Kintsch y Van Dijk, consiguen un equilibrio adecuado entre los procesos regidos por datos y los procesos regidos por conceptos. Estos modelos proponen una base de procesos de lectura relativamente automáticos, como las fijaciones del lector en las palabras del texto o la conversación de las frases en proposiciones.

4.3. Del grafema al fonema: reglas de conversión del grafema al fonema

La psicolingüística evolutiva y la psicología cognitiva han demostrado suficientemente el hecho de que la adquisición de la lengua oral está sujeta a una serie de factores de carácter maduracional (cognitivo) que exigen el desarrollo y la consolidación de todas las etapas, secuencias o periodos implícitos en la misma, dentro de un lapso muy particular en la vida humana (Navarro, 2008). En contraposición, la lengua escrita sólo estaría limitada por el alcance de un estado neurolingüístico particular (a los cuatro, cinco, seis años, dependiendo de diferencias individuales), a partir del cual la posibilidad de acceso a la palaba escrita es prácticamente abierto, lo que incluso hace posible en etapas muy avanzadas como la adultez o la senectud.

Como afirma Gutierrez Calvo y Carreiras (2000), la lengua oral constituye prácticamente una característica natural "específica de la especie", pero la escritura, en cambio, viene a ser un sistema artificial, creado por el ser humano para representar la primera y permitirle la perdurabilidad de su forma de observar, evaluar y expresar el universo.

Haberlant (1985) afirma que disponemos de dos vías para acceder al significado de las palabras, la ruta visual y la ruta fonológica. A este respecto hace falta un almacén de palabras o léxico mental, concretamente de léxico visual, donde se encuentran todas las palabras que conoce el lector, y también forma parte del léxico mental el léxico auditivo, el léxico fonológico y el léxico ortográfico, ahora bien, en el léxico mental se encuentran representadas las palabras, pero no su significado, para lo cual es necesario el sistema semántico.

La implicación del sistema semántico en el proceso lector, según las publicaciones de Carey y Hayes, (1984); Flower, (1989); Flower y Hayes, (1984); Hayes, (1986), se realiza a través del análisis visual de la palabra y el resultado se transmite a un almacén de representaciones ortográficas de palabras, léxico visual, donde se identifican palabras por comparación en las almacenadas, donde se activa el sistema semántico y se identifica su significado. Si, además, se lee en voz alta, se activa el léxico fonológico y, desde aquí, se deposita en el almacén de pronunciación; esta ruta funciona para las palabras que forman parte de su vocabulario visual, pero no sirve para palabras desconocidas ni para pseudopalabras, por no tener representación léxica En este caso, se utiliza otro sistema: la ruta fonológica.

Con respecto a la ruta fonológica, el proceso fonológico se sustenta, según Bereiter y Scardamalia (1987); Hayes, (1996); Hayes y Flower, (1986); Levy y Ransdell, (1996), en identificar las letras que componen la palabra en el sistema de análisis visual, en recuperar los sonidos que corresponden a esas letras mediante al mecanismo de transformar los grafemas en fonemas y en consultar en el léxico auditivo, después de recuperada la pronunciación de la palabra, como sucede en el lenguaje oral, cuya representación, a su vez, activa el significado correspondiente en el sistema semántico.

Es necesario que exista una relación consistente entre los grafemas-letras o conjunto de letras a las que corresponde un fonema y los grafemas (Graeser y Nakamura, 1982), ya que según los diferentes idiomas y el número de palabras irregulares, así es mayor o menor la dificultad para ajustar las reglas de grafemas o fonemas, por ejemplo, en castellano podemos leer todas las palabras por la ruta fonológica porque es un idioma muy transparente.

Existe un léxico fonológico para producción, distinto del utilizado para reconocer las palabras escritas (Dondis, 1988; Wisson, 1983 y Wasson, 1983). En este almacén se encuentran representadas las palabras, por lo que hay sujetos que reconocen sin dificultad las palabras en el lenguaje escrito y no las reconocen en el lenguaje oral, sin tener problemas perceptivos, como apunta, Kohn y Friedman (1986), por el contrario, también hay sujetos que reconocen palabras en el lenguaje oral y no las reconocen en el escrito (Martín Lobo, 2007).

El almacén de pronunciaciones es una unidad de memoria operativa que almacena información codificada fonológicamente (Navarro, 2008). Ésta permanece para que pueda ser reconocida

por el léxico auditivo. Según Lázaro Carreter (1990) con respecto al procesamiento sintáctico la información, ésta se transmite a través de la relación entre las palabras y después de reconocer éstas, hay que descubrir el mensaje, que viene determinado por la relación entre las palabras por lo que las reglas sintácticas permiten clarificar y segmentar cada oración para extraer el significado; por ejemplo, sujetos con afasia de Broca han perdido la capacidad de realizar el procesamiento sintáctico, sin embargo, comprenden si dificultad las oraciones en las que los papeles sintácticos están definidos a partir de la información semántica.

Las estrategias necesarias para agrupar las palabras y sus interrelaciones tienen unas claves como son el orden, las palabras funcionales, el significado de las palabras y los signos de puntuación, después se accede a la información sintáctica y pragmática y así se valoran las estructuras del primer análisis (Atwell, 1987; Bereiter y Scardamalia, 1987; Calkins, 1986; Graham y Harris, 1993, 1996).

La extracción del significado y la integración en la memoria son resultado del proceso de la comprensión lectora. Después de los procesos anteriores, el procesamiento sintáctico se encarga de extraer el significado de la oración o texto y de integrarlo con los conocimientos que posee el lector, por lo que comprender una oración o texto es, en definitiva, construir un modelo mental sobre lo que allí está descrito. Según los estudios de Calkins (1986), se va formando con la información que el lector recibe del texto, mientras que se usa como referente para la realización de inferencias y se utiliza para guiar la interpretación de lo que se va leyendo.

Van Dijk y Kintsch (1983) establecen tres etapas o niveles para formar el modelo mental, de una parte, el micronivel (texto base) de las proposiciones de texto, de otra, el macronivel, como resumen de la estructura proposicional, y finalmente el modelo mental que representa lo que el sujeto ha aprendido del texto. Sin embargo, Ogden y Richards (1964) resaltan que el efecto facilitador debe poseer conocimientos específicos para desarrollar más fácilmente estructuras donde encajar información nueva, ya que los conocimientos que tenemos se pueden agrupar en paquetes o bloques llamados esquemas. Según Rumelhart (1980) la estructura interna de un esquema es similar a una obra de teatro, con variables asociadas a diferentes situaciones y estas hacen posible la elaboración de inferencias, necesarias para la comprensión.

Stenberg (1985) señala que el conjunto de esquemas no es más que un repertorio de estrategias, el cual se incrementa con la edad, pero es bien conocido el hecho de que ambos sistemas de codificación verbal se construyen a partir de unidades segmentadas mínimas muy diferentes. El texto oral es percibido auditivamente mediante secuencias de sonidos que se distribuyen linealmente en el plano temporal (Frith, 1985).

Según Ogden y Richards (1964), los signos sonoros de la lengua oral operan a su vez como instancias concretas de un conjunto de unidades abstractas conocidas como fonemas.

Un fonema constituye, entonces, un segmento abstracto de la lengua oral; se materializa la expresión por intermedio de un conjunto de variantes relacionadas con diversos factores situacionales y espaciales (el entorno, el registro, la distinción dialectal, el contexto distribucional etc.). Convencionalmente, los fonemas de una lengua suelen ser enmarcados entre vírgulas o líneas inclinadas (/ /), con el objeto de distinguirlos de su pronunciación real o concreción en sonidos específicos; estos últimos se delimitan entre corchetes ([ ]).

Si nos detenemos en el fonema /s/, presente en varias de las palabras, pudiéramos suponer algunas de sus posibles realizaciones en el habla, (Cuetos y Mitchell, 1991) En suma, tenemos que un mismo fonema, una misma unidad abstracta de la lengua oral (/s/), se puede materializar en el habla concreta mediante tres o más realizaciones distintas; [s], [h], [z], las cuales son conocidas como alófonos:

/s/_____ [s] : [e s p a n a] / s/ _____ [h] _____[e h]

Pronunciación predorsal sorda Pronunciación aspirada sorda

/s/ _____[z]: [u n p a i z e n k a n t a d o r]

Pronunciación predorsal sonora

En el plano de la palabra escrita, la unidad mínima distintiva se conoce como grafema y, como en la lengua oral, también éste se constituye a partir de un cierto nivel de abstracción y se actualiza en la escritura a través de las letras. Asimismo, éstas suelen funcionar en el contexto con sus variantes respectivas, sobre la base de algunas reglas de distribución espacial, dimensión en la cual tiene lugar el texto escrito. Las variantes de un grafema se denominan alógrafos y a modo de ejemplo es factible mencionar realizaciones diferentes del grafema <A>, perceptible en la escritura mediante formas específicas como "A", "a", y "a" , un par de ángulos invertidos <> son convenciones utilizadas para la indicación de la categoría grafémica de un segmento (Coltherar, Davelaar, Jonasson y Besner, 1977).

Según Doctor y Coltherart (1980), tales segmentos ausentes en la estructura (auditivamente perceptible) del enunciado son "recuperados" por el receptor (el oyente) mediante la intervención de su competencia fonológica (esto es, su habilidad intuitiva para suponer la existencia de segmentos fonológicos omitidos por el hablante), pero no significa, que ello no sea posible en la escritura, sólo que en tal categoría discursiva este fenómeno es de más baja frecuencia y, además, menos aceptado desde el punto de vista sociolingüístico, puesto que su recurrencia puede atentar contra la esencia del mensaje, ya que el oyente escucha casi siempre la totalidad del texto oral y suele preocuparse poco por los sonidos no escuchados, pero "recuperables".

El lector, por el contrario, pudiera ser perturbado por la ausencia de segmentos, aunque los mismos se puedan deducir del contexto (Forster, 1976).

Tenemos igualmente que, como distinción más notable, el texto oral puede ser complementado por una serie de estrategias de carácter suprasegmental (el acento, el timbre, la entonación, por ejemplo), los cuales contribuyen a mejorar, y a veces a determinar, su eficacia comunicativa, en cambio en la escritura, buena parte de estas estrategias deben ser actualizadas (imaginadas) por el lector (Forster, 1976).

El discurso escrito, según Firth (1989), más restringido en este sentido, apenas si se llega a "representar" ciertos rasgos suprasegmentales mediante la utilización de signos gráficos que indican aspectos muy generales (exclamación e interrogación, son los más conocidos).

En cuanto a su distribución lineal, es indudable que el discurso escrito facilita de manera nítida el reconocimiento de las unidades empleadas para su organización, dos espacios en blanco son, por ejemplo, signo inequívoco para la identificación de una unidad mínima combinatoria como la palabra. Una estructura mayor, la oración, puede ser distinguida porque por lo general se ubica entre dos puntos y suele ser iniciada con letra mayúscula, a la vez que la sangría, y en ocasiones el doble espacio, son indicadores de la existencia de un párrafo (Kohn y Friedman, 1986).

Adicionalmente, las reglas de la escritura permiten la puesta en práctica de diversas estrategias textuales como la titulación y subtitulación, la utilización de paréntesis, inicios, mayúsculas, subrayados, etc., que también contribuyen a superar algunas de sus supuestas limitaciones funcionales.

Tal y como podemos observar en la siguiente tabla, se establecen estas características diferenciales entre un texto oral y un texto escrito.

Tabla 7. Características diferenciales (Liberman, Shankweiler, Fischer y Carter, 1984).

	Texto oral	**Texto escrito**
Unidad abstracta	Fonema	Grafema
Unidad Concreta	Sonido	Letra
Variantes de realización	Alófonos	Alógrafos
Recursos complementarios	Suprasegmentos	Signos gráficos
Dimensión lineal	Tiempo	Espeacio
Vía de percepción	Oído	Vista

Según Kohn y Friedman (1986), en lo relativo a la enseñanza de la lectura, no sería del todo aceptable suponer que el dominio del texto escrito (la capacidad para su decodificación) esté ineludiblemente condicionada por el conocimiento de las reglas de pronunciación. Estas últimas evolucionan y cambian a una mayor velocidad y de allí proviene la separación, cada vez más acentuada, entre el subsistema fonético y el subsistema gráfico, aun en el caso de lenguas como el español. Desde una óptica más científica, es muy probable que la consideración de que se trata de dos sistemas (dos subcódigos) relacionados pero divergentes, uno natural, como se ha dicho, y el otro artificial, conduzca a mejores logros desde el punto de vista de su enseñanza en la escuela.

Generalmente, la velocidad de percepción del texto escrito suele ser mucho más rápida que la del texto oral, (Potter, 1986), el lenguaje escrito se independiza de su emisor y permanece intacto después de su fijación definitiva en el papel, al contrario, la lengua oral mantiene durante toda la emisión un contacto ineludible con el hablante y es efímera por naturaleza.

Según Johston y McClelland (1983), el discurso oral es básicamente interactivo, su existencia está condicionada por un intercambio constante entre emisor y receptor.

Desde un principio, el educador mismo debe adquirir plena conciencia de que cuando inicia a otros en la decodificación de la palabra escrita, se está proponiendo adentrarlo en el conocimiento de un nuevo subsistema verbal que, muy probablemente, tiene muchas similitudes con el lenguaje oral, pero también guarda con él un conjunto de diferencias decisivas a la hora de diseñar estrategias pedagógicas.

El que se inicia en el aprendizaje de las destrezas para decodificar e interpretar textos escritos debe tener muy claro desde un comienzo que está ingresando a un universo significativo distinto a la oralidad. Y ello muy a pesar de que al comienzo sienta la necesidad de utilizar la voz como soporte de las palabas, (Malmberg, 1982). La lectura guiada, a través de este conocimiento, estaría mucho más dirigida hacia los significados que hacia las formas, (Kohn y Friedman, 1986).

Según Gibson y Dembo (1975), enseñar a leer, adquirir destrezas para la lectura, ejercitar los mecanismos de interpretación del texto escrito, siguen siendo prioridades ineludibles en la formación de los niños. Saber leer significa también desentrañar las peculiaridades y conocer a plenitud las reglas que hacen de la escritura un sistema diferente de aquel en que se organiza la lengua oral, por lo que aprender a leer implica, entre muchas otras cosas, complementar una parcela muy importante de la competencia comunicativa.

Pero, ¿qué entendemos por saber leer? Todos los especialistas en esta área son conscientes de que el aprendizaje de la lectura es un proceso muy complejo donde confluyen factores de diversa índole, de orden psicogenético, lingüístico, psicolingüístico, social etc., (Cuetos, 2001).

Goodman (1982) plantea que el aprendizaje de las primeras letras tiene raíces múltiples que convergen en la capacidad efectiva de leer. Muchas investigaciones y diversos enfoques, han tratado de teorizar, describir y explicar el complicado proceso de aprendizaje de la lectura.

Haberlandt (1985) señala que, siendo la escritura y la lectura una manera de transcribir el lenguaje, todo cambia si suponemos que el sujeto que va a abordar esto posee ya un notable conocimiento de su lengua materna y, además, es fácil mostrar que muchas de las prácticas habituales en la enseñanza de la lengua escrita, son tributarias de lo que se sabía sobre la adquisición de la lengua oral. Según estos autores, el proceso de aprendizaje de la lectura resulta bastante complejo y está íntimamente ligado a las estrategias psicolingüísticas implícitas en la adquisición y desarrollo de la lengua materna, en este sentido, se toma como foco de atención la sílaba vista desde varias perspectivas (fonética, fonológica, psicolingüística y lectográfica), para continuar, después, con la formulación de algunas hipótesis que tratarán de demostrar que el silabeo constituye un mecanismo psicolingüístico empleado por el niño en el aprendizaje de la lectura.

La base teórica que subyace a este estudio está vinculada con los supuestos de la psicolingüística chomskiana (Chomsky, 1957). Dentro de la misma, el lenguaje se concibe como una facultad inherente al ser humano, universal, y su adquisición constituye un proceso activo donde el niño formula hipótesis que va comprobando a medida que va desarrollando la gramática de su lengua materna.

Según Henderson (1982), la sílaba constituye un universal dentro de las repercusiones fonéticas y fonémicas del lenguaje, porque la sílaba posee realidad psicológica al manifestarse como la unidad de adquisición de la fonología de la lengua materna y tanto la sílaba, como el silabeo, constituyen estrategias lingüísticas y psicolingüísticas en el aprendizaje de la lectura.

En los estudios fonéticos y fonológicos, la sílaba ha tenido un estatus bastante variable. Sin embargo, a pesar de que ha demostrado que ésta existe, que es claramente sentida por los hablantes y que, además, constituye la unidad fundamental del lenguaje, no hay una caracterización que sea considerada como válida para la mayoría en lo que respecta a su naturaleza.

Dentro de la posición tradicional y estructuralista, algunos autores señalan que todos los trasgos de la sílaba son de orden fonético (Schwartz, Saffran y Marin, 1980). Sin embargo, otros partidarios de una concepción fonológica como Seymour (1986), se inclinan a negar el carácter fonético de la sílaba y la consideran de naturaleza funcional.

Posteriormente, los seguidores de la fonología no-lineal como Johnson (1991) plantean que la sílaba es un elemento cuya estructura está organizada jerárquicamente y esto se evidencia por el hecho de que la sílaba posee una estructura jerarquizada dentro de la cual sus elementos están ordenados y organizados de acuerdo con un orden interno establecido y normado por reglas fonotácticas. En relación con la sílaba española Harris y Graham (1992), ubicándose también dentro de este enfoque, propone que la estructura de la sílaba española está determinada por un conjunto de reglas que actúan sobre cadenas de fonemas producidos por el lexicón y que agrupan los segmentos en un constituyente rotulado y un conjunto de filtros que marcan los constituyentes como anómalos en ciertas condiciones. En este sentido, los fonólogos no lineales otorgan primordial importancia, no sólo a la función de la sílaba, sino también a su estructuración, así los fonetistas estructuralistas conciben la sílaba como un universal fonético, Lázaro Carreter (1999).

En consecuencia, la sílaba es un universal fonético, caracterizada como una unidad espiratoria, articulatoria, auditiva y psicológica y desde el punto de vista funcional, Kieras (1978), al asignarle una función, sostiene que "la sílaba es un universal fonológico": por un lado, la sílaba provee la base para el señalamiento de los rasgos prosódicos (acento, tono) y por el otro, da cuenta de las restricciones de las secuencias fonemáticas. Estas restricciones explican la estructuración silábica y las diferentes organizaciones de las sílabas y de su combinación en la formación de palabras. Por otro lado, Cuetos y Mitchel (1991) plantean que la sílaba es una unidad "lingüísticamente significante y debe tener un lugar importante dentro de la teoría fonológica".

Con respecto a las reglas de conversión del grafema al fonema, podemos decir que el niño, con frecuencia, escribe como lee y lee como articula (Wisson, 1993). Como paso previo a la enseñanza de las reglas de conversión del grafema- fonema es necesario, bajo estudios de Liberman, Shankweiler, Fisher y Carter (1974), corregir las posibles dislalias funcionales, conseguir una configuración de fonemas estable que permita discriminar aquellos que sean próximos. Esto se relaciona con que la correspondencia fonema-grafema es totalmente arbitraria.

La dificultad en el aprendizaje de las reglas de conversión depende de dos factores, la frecuencia y la variabilidad, los grafemas frecuentes e invariantes se aprenden con mayor facilidad y cada nueva asociación fonema-grafema debe agregarse a las aprendidas anteriormente (sobre aprendizaje) con el fin de asegurar su automatización.

Para la secuenciación de grafemas, es obligado citar a Howard y Franklin (1994) y establecer su clasificación con referencia a las reglas de conversión del grafema, al fonema:

Sílabas simples abiertas

En un principio se trabaja únicamente con palabras configuradas con sílabas simples. El objetivo será conseguir que el niño pueda asociar a cada grafema el correspondiente fonema.

Grafemas invariantes

Se comienza por letras que se representan a un único fonema y simple al mismo tiempo; así se presentan vocales, consonantes como m,p,l,t,s,n,d,f,ñ y, posteriormente, se abordan, una a continuación de la otra, la pareja de letras v-b, que representan un único fonema. Es la primera vez que el niño se

encuentra con que un sonido puede escribirse de dos formas.

Un nuevo sonido, se trata de una letra muda y respira aliviado ante ha,he,hi,ho,hu .Se estudia ahora el sonido /ch/, quizá por eso, necesita dos letras para ser escrito. Se ha optado por anteponer el estudio del grafema ch al de la letra c, ya que así se da preferencia al hecho de que el fonema /ch/ sea regular en cuanto a su estructura en relación en sílaba, mientras que el fonema /K/ (ca, que,qui, co, cu).

Grafemas variantes

Se plantea el estudio de la letra r inicial y a continuación la rr que transcribe el mismo fonema, pero ahora el niño si se enfrenta a una dicotomía: cuando va al principio de la palabra este sonido se escribe con una sola r y cuando va en medio de la palabra "necesita" escribirse con dos rr, por otro lado, se aborda de nuevo un sonido que tiene dos formas de representarse por escrito, estudiando una a continuación de la otra las letras ll, y se presenta una segunda dicotomía con la letra y que a veces representa el fonema /ll/ y otra al fonema /i/, ambos anteriormente aprendidos. Se aborda el estudio de fonema /r/ suave, con lo cual se enfrenta al niño a la primera gran posibilidad de confusión por interferencia con r inicial y rr y se presenta la letra c en las sílabas ca-co-cu, posteriormente, se propone el estudio de las sílabas, ce, ci, viendo así que la letra c representa a dos sonidos diferentes. Se estudia la j cuya grafía es bastante estable, pero con la letra g vuelve la complejidad, ya que las sílabas ga, go, gu, les ocurrió algo similar a lo relatado antes, con la marcha de (ge, gi).

Se abordan las sílabas gue, gui, y distinguirse de ellas, tuvieron que asociarse con la u, que siempre acompaña silenciosamente como hacía en que, qui , se estudian las sílabas ge, gi que, finalmente se unieron al grupo de la j, el único que forma una familia de siete sílabas. Los sonidos /xe,xi/ tienen dos formas de ser escritos; je-ji, ge-gi, relacionándolo con lo ya sabido acerca de las letras b/v – y/ll y se dedica un apartado a las sílabas güe, güi, repasando todo el espectro de la letra g.

Se tratan, por último, las letras k y x, la última de las cuales representa dos fonemas unidos /k/ y /s/.

Sílabas inversas

Posteriormente se trabajan palabras que incorporan la sílaba inversa, con la consiguiente progresión de consonantes s, l, n, r, m y después se trabajan las palabras con sílabas cerradas por otras consonantes de más difícil perceptividad mejor más difíciles de ser percibidas: c, z, b, d, g, t, p.

Sílabas compuestas cerradas

Se trabajan palabras que incorporan sílabas compuestas cerradas, haciendo hincapié en la atención hacia la consonante que cierra la sílaba: s, l, n, r, m, c, z.

En síntesis y para finalizar este capítulo, debemos dejar constancia en esta fundamentación teórica de que existen procesos de aprendizaje que suponen distintas formas de adquisición de habilidades o destrezas, más o menos complejas, que una vez adquiridas, se aplican de forma rutinaria (Martín Lobo, 2007).

Cuando estas destrezas están bien aprendidas, funcionan al modo de rutinas mentales que son aplicadas de forma automática y en muchos casos no deliberadas, y una característica fundamental de estas destrezas, en nuestro caso la automatización de las reglas de conversión del grafema al fonema, es que son aplicables a todo un dominio o clase de problemas, pudiendo ser transferidas a un número de situaciones nuevas formalmente similares, por lo que el aprendizaje de la lectura y su mejora a lo largo de la educación primaria son fundamentales para el desarrollo del currículo posterior.

Capítulo 5. Entrenamiento ocular y rendimiento lector. Modelos de ejercicios visuales para el profesor

5.1. Rendimiento lector y entrenamiento visual

No existe demasiada literatura en la literatura científica con respecto a las diferencias de aprendizaje entre el sexo masculino y femenino. Las investigaciones nos remiten al campo de la neurología y neurociencia dónde sí hay diferentes estudios basados en las aportaciones de reconocidos lingüistas (Jackson, 1982; Chomsky, 1971; Clay, 1975; Cohn, 1981 y Ruiz, 1966). En la Universidad de México se realiza un importante estudio sobre las diferencias en el aprendizaje de la lectura en las escuelas de Educación Primaria (Avellá Rubio, 2007) cuyos resultados no revelan diferencias significativas. Sinn embargo, nos remitimos al informe PISA (2007) como una de las investigaciones más profundas e interesantes realizadas con alumnos y sistemas educativos de todos los países sobre la diferencia entre sexos con respecto al aprendizaje de la lectura y la escritura.

Incorporamos en este libro las aportaciones de este informe internacional del que se revela fundamentalmente que la diferencia entre alumnos y alumnas es más social que biológica (Osorio, 2007).

El informe enfatiza que hay muy pocas diferencias entre sexos y cuando las hay están en lectura. Las chicas obtienen 38 puntos más en lectura que los chicos sobre una media de 500 (OCDE, 2007).

Las chicas, en general, sacan mejores notas en lectura, y los chicos, en matemáticas, pero esto no quiere decir que su capacidad para aprender sea distinta, según un reciente análisis del Informe Pisa, la mayor base de datos internacional sobre los alumnos de 15 años. Desde hace tiempo, uno de los principales argumentos de los defensores de la educación separada por sexos es que las diferencias biológicas condicionan los aprendizajes, y precisamente recurren a los resultados de Pisa para sostenerlo. Sin embargo, el informe no refleja diferencias significativas en las habilidades y la capacidad para aprender (Zoido, 2007).

En ciencias apenas existen desniveles. En 2006, sólo en seis países hubo desigualdades reseñables a favor de los chicos (entre 6 y 10 puntos sobre una media de 500) en Reino Unido, Di-

namarca, Luxemburgo, Holanda, México y Suiza. Y, a favor de las chicas (entre 11 y 12) en Turquía y Grecia. En matemáticas, en Pisa 2003 sólo hubo un país donde el resultado de las mujeres fue mejor que el de los chicos (15 puntos): Islandia. En todos los demás fue al contrario. De media, ellos sacan 11 puntos más, una diferencia que se mantuvo en 2006, siendo Corea el país que presenta un mayor desnivel (23 puntos).

Es en lectura, efectivamente, donde se producen distancias mayores. Los chicos españoles de 15 años sufrieron el mayor retroceso en lectura de toda la OCDE en 2006 con respecto a 2000; 38 puntos. En todo el mundo, los varones bajaron 10 puntos, con lo que la brecha a favor de ellas aumentó seis, hasta los 38. La mayor distancia está en Finlandia, con 51 puntos a favor de ellas. Pero no porque los chicos lo hagan mal, sino porque sus compañeras lo hacen rematadamente bien.

Con estos datos, y sin evidencia científica que ligue las razones biológicas con las capacidades de aprendizaje -"hasta la fecha no hay ninguna investigación que muestre procesos específicos de género envueltos en la construcción de redes cerebrales durante el aprendizaje", dice el texto-, lo que sí encuentra el estudio es que "detrás de cada diferencia de resultado hay causas de motivación o interés". Ellos tienen menos interés en la lectura y ellas se enfrentan con más ansiedad a las matemáticas.

María Calvo, presidenta académica en España de la Asociación Europea de Centros de Educación Diferenciada, responde que esas desigualdades biológicas marcan el aprendizaje y, por lógica, se reflejan en los gustos y la ansiedad. Sin embargo, el profesor de Sociología de la Universidad de La Laguna José S. Martínez insiste en que "no está claro que las diferencias biológicas impliquen diferencias de aprendizaje, ya que pueden ser sociales", como sugiere el informe de la OCDE. "Están más en la sociedad que en la biología", dice el informe, y se argumenta con factores externos al ámbito educativo: la discriminación salarial de las mujeres las empuja a estudiar más, por ejemplo. Las españolas con estudios obligatorios cobran el 64% de la paga de un varón con la misma formación; para las licenciadas, el porcentaje es del 76%. De nuevo, la motivación.

Ha habido trabajos que, históricamente, han aportado datos relevantes en las diferencias entre sexos sobre el aprendizaje de la lectura. Es evidente que los niños y las niñas son fisiológicamente distintos y de ahí que se halla afirmado con frecuencia que sus constituciones biológicas diferentes son causa de diferencias en sus rendimientos en la lectura y la escritura. Se ha expresado por lo general la teoría de que las niñas tienden a madurar, física intelectual y emocionalmente, más temprano que los varones, y a estar por lo tanto preparadas para leer antes que aquéllos y a llevarles ventaja en la lectura en los años siguientes. Anderson y Dearborn, (1951) y Harris, (1961) señalan que las niñas tienden a alcanzar la pubertad un año y medio antes que los varones y que, a partir del nacimiento, hay diferencias perceptibles en la maduración fisiológica, especialmente, como es dado observar en la fecha de aparición de los dientes y de la osificación del esqueleto. Asimismo, en lo concerniente al desarrollo del lenguaje, McCarthy (1935) demuestra que, en el vigésimo mes de vida, las niñas son superiores en la producción de sonidos orales, que empiezan a hablar un poco antes que los varones y que sus vocabularios infantiles son mayores.

Algunos estudios han examinado la diferencia entre varones y niñas en la madurez para leer, como también la diferencia entre sus logros respectivos durante el primer año en la escuela. La mayoría de las investigaciones norteamericanas, entre las cuales las más importantes son las de Samuel (1943); Carroll (1948); Prescott y Anderson, (1955); Hughes y Dixon (1957), revelan significativas diferencias entre varones y niñas -a favor de las niñas- en las medidas de la madurez, para la lectura, aunque algunos otros investigadores, como por ejemplo Potter (1949) y Konski (1955) no han hallado diferencias significativas.

En el primer experimento de Thackray (1965), realizado con 182 niños británicos, los puntajes de las niñas fueron significativamente superiores a los de los varones, en dos de las cinco medidas de madurez para la lectura, es decir, en las de discriminación auditiva y en el uso de lo sugerido por el contexto o la audición. Sin embargo, en el experimento realizado por este mismo autor en 1971, la comparación entre los puntajes medios alcanzados por varones y mujeres en las medidas de madurez para la lectura tomadas al comienzo no reveló diferencias significativas. Por lo tanto, las informaciones de Estados Unidos y de Gran Bretaña llevan a conclusiones contradictorias en cuanto

a las diferencias entre varones y niñas (Downing, 1974).

Una vez que los niños saben leer, las investigaciones norteamericanas muestran también muy claramente que, en ese país, las niñas son superiores a los varones en la situación normal del aula, por ejemplo Durrell (1940) y Gattes (1961). Este hallazgo se ha visto confirmado por las pruebas suministradas por la investigación, en gran escala, efectuada por Dykstra y Tinney (1969). Estos investigadores compararon 1659 niños y 1624 niñas, en escuelas de Pensylvania, Michigan, Nueva York y Nueva Jersey, recogiendo gran cantidad de informaciones sobre la madurez para la lectura, así como sobre los rendimientos en materia de lectura en primero y segundo grado. Las pruebas estadísticas muestran incuestionablemente la superioridad de las niñas norteamericanas, tanto en lo referente a la madurez como, más tarde, a la lectura. La conclusión de los autores es un mayor apoyo a la cantidad de pruebas que demuestran que las niñas tienen aptitudes de discriminación visual y auditiva más desarrolladas en el momento de la madurez, y que son superiores en cuanto a aptitud para la lectura y la ortografía, las convenciones del lenguaje (uso y puntuación) y el cálculo aritmético en segundo grado (Downing, 1974).

Podemos resumir estas investigaciones comentando que desde muy corta edad los niños y las niñas manifiestan en sus juegos iniciativas por aprehender los códigos escritos. Las investigaciones sobre los procesos iniciales de la lecto-escritura muestran al párvulo como un aprendiz activo que trata de comprender el lenguaje escrito que está a su alrededor, explora, pregunta, formula y comprueba hipótesis.

En el siguiente apartado vamos a reflejar los tipos de ejercicios visuales que se han trabajado con los alumnos a través de la investigación que sustenta este libro. Esta guía ha sido elaborada para realizar esta investigación y estudiar, a través de un diseño empírico, que el entrenamiento ocular incide en el rendimiento lector, tanto en velocidad como en comprensión.

El conjunto de ejercicios visuales supone el tratamiento de la investigación y consiste en realizar los juegos oculares manteniendo el componente lúdico que caracteriza el proceso de enseñanza-aprendizaje propio de estas edades (Decroly, 1932). Sin embargo el objetivo del trabajo ha sido diseñar una serie de juegos oculares que ejerciten la musculatura y los movimientos visuales con el fin de mejorar en la lectura, tanto en velocidad como en comprensión, para establecer así, una relación en la automatización de los procesos de conversión del grafema al fonema.

Sin embargo, es obligado especificar y delimitar cómo han influido estos juegos de entrenamiento visual en el proceso lector haciendo referencia a que el proceso neuromotor de los niños desemboca en una operación más compleja: la percepción. Según Wallon (1938), el niño no sólo podrá ver y oír, no sólo coordinará sus movimientos con relación a lo que ve y oye, sino que comenzará a discriminar. Podemos hablar ya de discriminación visual, pero desde el punto grafomotor y lector, tenemos que referirnos también a conceptos como perceptivo-motricidad, es decir, la capacidad de captar la realidad y reproducirla tal cual es, y no sólo tal cual se ha captado, porque el proceso de percepción ya está elaborado adecuadamente para hacerlo. En la explicación de las estructuras perceptivas, aparecen los primeros esquemas mentales (denominados también imágenes mentales), que pueden ser representadas gráficamente por el niño.

El psiquismo de los niños a los que se ha dirigido este tratamiento nos marca, por sí mismo, este itinerario, tanto en la evolución de su pensamiento como en su maduración afectiva (Piaget, 1930). Es importante no perder el componente lúdico de estos juegos que, como su nombre indica, es didáctica y está dirigida al maestro de aula con pocas nociones optométricas.

Esta investigación se inicia con la intención de ser un camino de ayuda para todo el alumnado y sus procesos de enseñanza-aprendizaje relacionados con la lectura. La diferencia que aporta es la visión didáctica y pedagógica de la misma. Las investigaciones realizadas hasta la fecha van dirigidas, fundamentalmente, hacia el mundo de la optometría y los problemas clínicos o de funcionalidad visual (estrabismos, ambliopías, insuficiencias de convergencia, excesos de convergencia, insuficiencia y exceso de vergencia, problemas acomodativos muy relacionados con el campo educativo pero que necesitan la mediación de un especialista optométrico u oftalmólogo). Establecer este trabajo desde el prisma de la docencia y poder convertirlo en un material de aplicación práctica en el aula por cualquier profesor, tutor o especialista de apoyo educativo ha sido uno de los objetivos princi-

pales, aunque conseguir una aceptación por parte de todos los alumnos, con o sin dificultades de aprendizaje por sus características de juego y entretenimiento, también ha supuesto un reto.

Sin embargo, la fundamentación teórica del trabajo sí tiene un aporte optométrico y fundamentado en las distintas investigaciones clínicas sobre terapia visual, ya que la investigación en entrenamiento oculomotor tiene un papel relevante actualmente, a nivel internacional. El estudio de los movimientos oculares en la lectura se remonta a casi un centenar de años. El movimiento ocular durante la lectura se describió, por primera vez, por los franceses, siendo el oftalmólogo Louis Émile Javal en el siglo XIX quien informó de que los ojos no se mueven continuamente a lo largo de una línea de texto, sino que hacen un rápido movimiento de corta duración, (movimientos sacádicos), entremezclados con paradas cortas (fijaciones).

Las observaciones de Javal se caracterizan por una dependencia de la observación, a simple vista, de los movimientos oculares, en ausencia de la tecnología. Del siglo XIX tardío a la mitad del siglo XX, los investigadores utilizaron principios de tecnologías de seguimiento para ayudar a su observación, en un clima de investigación que hizo hincapié en la medición del comportamiento humano y en la habilidad para fines educativos. Muchos conocimientos básicos sobre el movimiento del ojo se obtuvieron durante este período. Desde mediados del siglo XX, ha habido tres cambios importantes: por un lado, el desarrollo de equipos de seguimiento no invasivo de movimientos oculares; por otra parte, la introducción de la tecnología informática para mejorar la alimentación de este equipo para recoger, registrar y procesar el enorme volumen de datos que el ojo genera en movimiento y, finalmente, el surgimiento de la psicología cognitiva como marco teórico y metodológico en el que los procesos de lectura son examinados.

Las siguientes secciones contienen técnicas de terapia visual básica y, a través de estas fuentes, muchos de los juegos y actividades de la guía didáctica han sido deducidos de las excelentes investigaciones, en las cuales, muchas de las técnicas de terapia visual fueron originariamente descritas, las más relevantes de ellas y que constituyen la base de estudios posteriores, son las que tienen relación directa con la docencia y no tanto con la investigación clínica. Vamos a hacer referencia a algunas de estas investigaciones relacionadas con el tema que nos ocupa, como por ejemplo, la investigación de Palomo (2010) sobre las habilidades visuales en niños y niñas de Educación Primaria con problemas de lectura e influencia de un filtro amarillo en la visión y lectura. Investigaciones y publicaciones de Martín Lobo, Santiuste Bermejo y Ayala Flores (2006) sobre las bases neuropsicológicas del fracaso escolar en niños con dificultades de aprendizaje aportan claridad al mundo de la educación en relación con la neurociencia. Trabajos como el de Perea (1999) en Psicología de la lectura y procesamiento léxico- visual; una revisión de técnicas experimentales y procedimiento de análisis, nos aportan importantes datos sobre la percepción y su relación con el procesamiento léxico-visual y la conversión del grafema al fonema.

Fuera de nuestro país, la tradición investigadora en este campo es principalmente americana con estudios como el de Paulson y Godman (1999), Research on eye movements and Reading en Arizona (USA), en el que se realiza un exhaustivo estudio de los movimientos oculares y su relación con la lectura. Igualmente, la investigación de Rayner (1995) acerca del movimiento de los ojos en la lectura, se basa en las mismas hipótesis, confirmando una relación positiva entre una correcta motilidad y una lectura eficaz.

Sobre la importancia de la terapia visual en el mundo educativo aparece el estudio de Kehl, Memphis y Tenn (1963), Visual Training and Laboratory Manual en el que se reflejan diferentes ejercicios visuales relacionados con la funcionalidad visual y las disfunciones oculomotoras y cabe destacar también una de las primeras guías de terapia visual para optometristas realizada por Robert y Kraskin (1956-1968), Visual Training in Action.

En esta línea existen numerosos estudios, aunque no demasiados de ellos se relacionan con el mundo de la docencia, cabe destacar el trabajo de La Porte (1977), A Motor-Perceptual Developmental Handbook of Activities, Perception Development Research, en que se incluye un libro de actividades perceptivas dirigidas a los estudiantes estadounidenses.

Estas investigaciones y estudios posteriores (Ciner, 1991; Goddard, 1995; Palomo, 1993; Pacheco et.al, 1994; Palomo 2010) nos aportan datos sobre el entrenamiento visual o de la visión,

entendido como una parte del cuidado optométrico que se ocupa de mejorar e intensificar las capacidades visuales de las personas. Más allá de las funciones visuales, el entrenamiento visual ha demostrado ser un instrumento extraordinariamente efectivo en la ayuda de personas con problemas de distinta índole y, sobre todo, en aquellas que presentan problemas de aprendizaje con la visión (Rosner, 1999).

La mayor parte de las dificultades en el aprendizaje de la lectura y la escritura se deben a un pobre desarrollo de las habilidades visuales (Martín Lobo, 2002).

Muchos programas experimentales realizados con miles de niños y adultos han demostrado que, cuando se estimulan las habilidades visuales, el aprendizaje se hace más fácil y mejoran los niveles de lectura (Lie, 1989). Así mismo, los problemas de atención y concentración pueden mejorar de forma importante. Antes de comenzar a detallar uno a uno los diferentes tipos de ejercicios visuales, es importante hacer referencia al concepto de percepción que, de acuerdo con la Teoría de la Integración de Características, (Feature-integration Theory of attention), (Treisman, 1988; Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988 y Treisman y Schmidt, 1982) se expone la idea de que la percepción visual se caracteriza por dos funciones independientes y etapas secuenciales. En el primer estadio, el procesamiento es pre-atencional: todas las características separadas se codifican independientemente y en paralelo. En el segundo estadio, es precisamente donde tiene lugar la integración trans-dimensional, tales como el color, el tamaño y la forma estimular.

Igualmente, hablar de percepción visual y no citar a Frostig (1966) sería no respetar el aporte científico de esta autora a la investigación. No ha terminado todavía la investigación sobre percepción visual para los neurólogos, físicos y otros científicos, sin embargo, psicopedagógicamente, M. Frostig (1966) ha establecido las mejores pautas de trabajo en este campo de maduración, demostrando que, sin percepción visual adecuada no hay perceptivo-motricidad, con la consiguiente interrelación con el rendimiento curricular de los niños/as. Los campos de trabajo y exploración de Frostig son pautas adecuadas para seguir experimentando y que vamos a detallar según los estudios de las Leyes de la Gestalt (Wertheimer, Köler, Koffka y Lewin, 1910) y los factores de organización visual, recogidos en los ejercicios visuales.

Uno de los principios fundamentales de la corriente Gestalt es la llamada ley de la Prägnanz (Pregnancia), que afirma la tendencia de la experiencia perceptiva a adoptar las formas más simples posibles. Otras leyes enunciadas serían:

- Principio del Cierre: Nuestra mente añade los elementos faltantes para completar una figura. Existe una tendencia innata a concluir las formas y los objetos que no percibimos completos.

Ejercicio 1. Modelo de ejercicio para trabajar la Ley de cierre visual. Muestra para maestros.

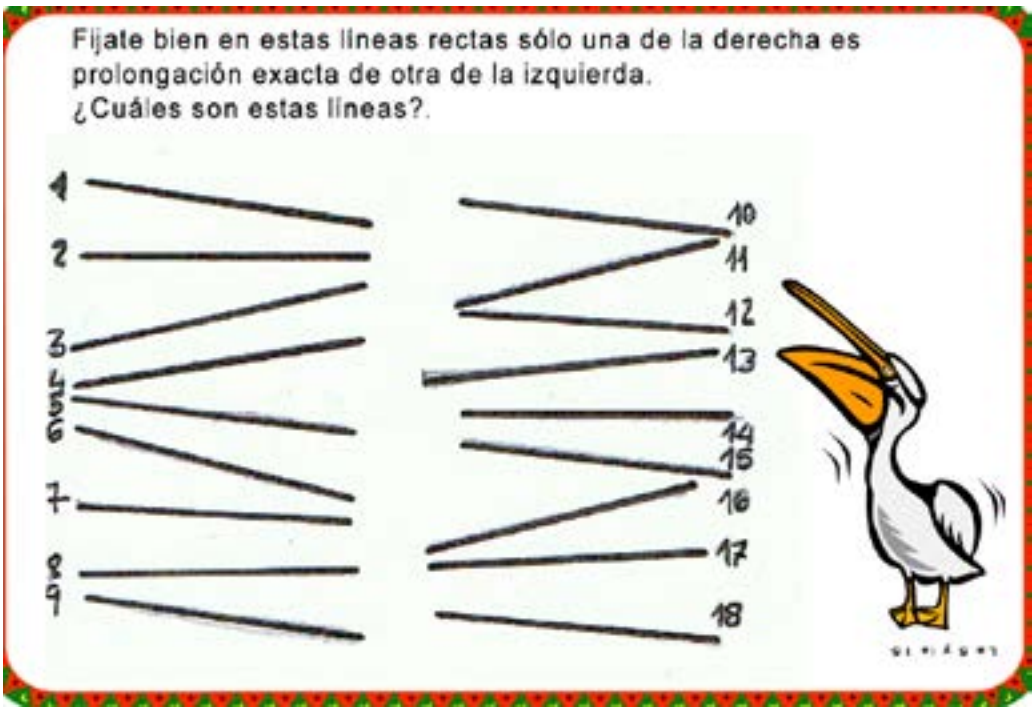
- Principio de la Semejanza: Nuestra mente agrupa los elementos similares en una entidad. La semejanza depende de la forma, el tamaño, el color y otros aspectos visuales de los elementos.

Ejercicio 2. Modelo de ejercicio visual para trabajar la Ley de Semejanza. Muestra para el maestro.

-

- Principio de la Proximidad: El agrupamiento parcial o secuencial de elementos por nuestra mente basado en la distancia.

Ejercicio 3. Modelo de ejercicio visual para trabajar la Ley de la Proximidad. Muestra para el maestro.

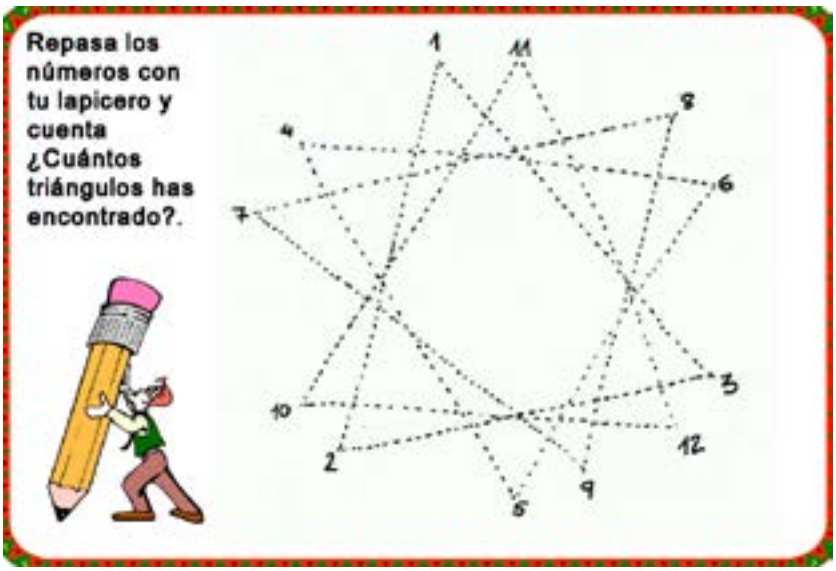


- Principio de Simetría: Las imágenes simétricas son percibidas como iguales, como un solo elemento, en la distancia.

Ejercicio 4. Modelo de ejercicio visual para trabajar la simetría. Muestra para maestros.

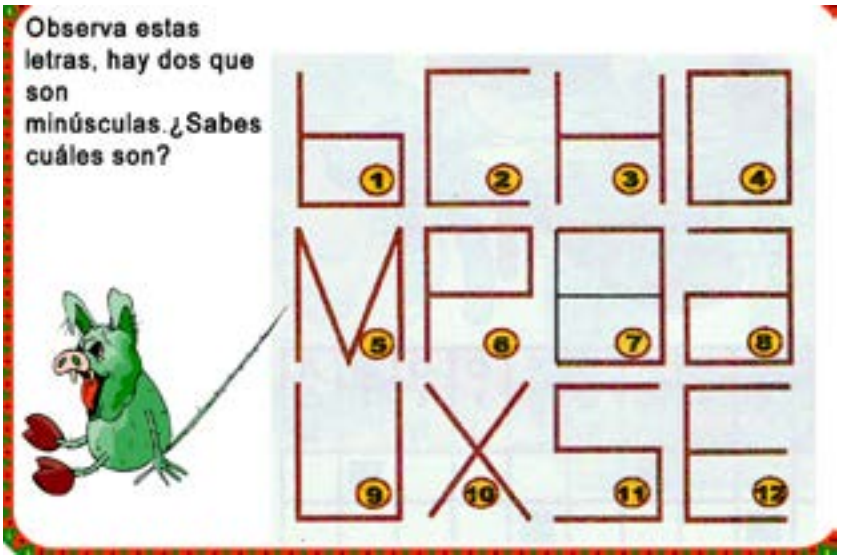
- Principio de Continuidad: Los detalles que mantienen un patrón o dirección tienden a agruparse juntos, como parte de un modelo. Es decir, percibir elementos continuos aunque estén interrumpidos entre sí.

Ejercicio 5. Ejercicios visuales para trabajar la Ley de continuidad. Modelo para el maestro.



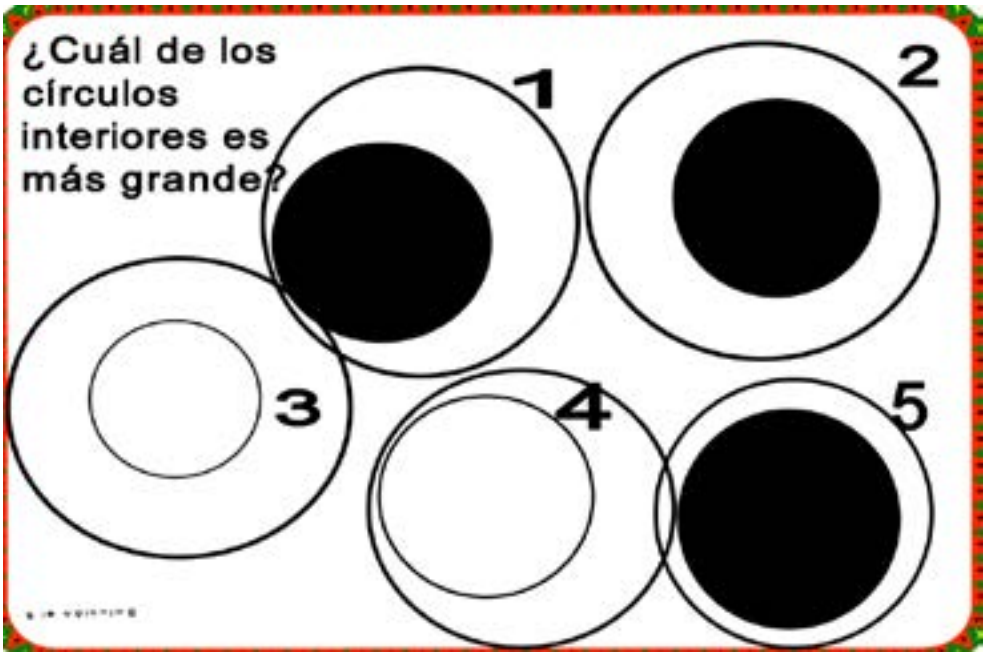
- Principio de dirección común: Implica que los elementos que parecen construir un patrón o un flujo en la misma dirección se perciben como una figura.

Ejercicio 6. Ejercicios visuales para trabajar la Ley de Dirección común. Muestra para el maestro.



- Principio de simplicidad: Asienta que el individuo organiza sus campos perceptuales con rasgos simples y regulares y tiende a formas buenas.

Ejercicio 7. Ejercicios visuales para trabajar la Ley de Simplicidad. Muestra para el maestro.



- Principio de la relación entre figura y fondo: Afirma que cualquier campo perceptual puede dividirse en figura contra un fondo. La figura se distingue del fondo por características como: tamaño, forma, color, posición, etc.

Ejercicio 8. Ejercicios visuales para trabajar la Ley de figura y fondo. Muestra para el profesor.

Los psicólogos de la Gestalt consideraban que los principios de la organización perceptual no sólo explican nuestras percepciones visuales, sino también nuestras percepciones auditivas y táctiles y procesos mentales superiores como la memoria (Wertheimer; Köler; Koffka y Lewin, 1910).

5.2. Ejercicios recomendados para el entrenamiento oculo-motor

5.2.1. Ejercicios dirigidos a trabajar la discriminación visual: figura-fondo

En la guía encontramos juegos que trabajan la discriminación fondo-figura. Se trata de unas operaciones perceptivo- visuales que introducen las formas y sus implicaciones de perspectiva en el campo de los ejes ópticos del ojo. Sin discriminar figuras de sus fondos es imposible aprender signos cuya realización se fundamente en este presupuesto, como por ejemplo las letras. Neurológicamente hablando sería imposible leer (Frostig, 1966).

La visión se articula por la Ley del Contraste, por esto, es importante que el soporte sea siempre blanco, y que el lápiz sea negro, de mina blanda (para que la huella sea más nítida). En estas edades, los niños son capaces de distinguir el grafismo que se está dibujando del cuadrito o la pauta del fondo; esta ha sido la razón de establecer como criterio de exclusión en la muestra seleccionada al alumnado de preescolar.

Hay juegos que, a través de la Ley de Forma Constante, obligan al reconocimiento de formas anteriores, sea cual sea su tamaño, color, posición o integración. Por esta misma ley de percepción, es importante que nuestros alumnos estén siempre en relación con todo tipo de letras tipográficas, lo que amplía sus horizontes en la lectura.

Se entiende la discriminación figura-fondo como la capacidad de asilamiento y reconocimiento de figuras contiguas, superpuestas y ocultas, así como el completamiento de figuras; la figura es aquella parte del campo de percepción en que está centrada nuestra atención, cuando cambiamos nuestra atención a cualquier cosa, lo que antes era figura ahora viene a ser fondo (Goldstein, 2001).

Esta ley perceptiva de figura-fondo es la más fuerte y trascendente, ya que puede considerarse que abarca todas las demás porque en todas late este principio organizativo de la percepción,

observándose cuando quedan superpuestas o recortadas sobre un fondo más neutro. Para entender la importancia de la percepción figura-fondo es necesario tener presente que reconocemos con la mayor claridad los objetos a los que les dedicamos nuestra atención. Según las investigaciones de diversos neurólogos, el encéfalo humano está organizado de tal forma que puede elegir, a partir de la totalidad de los estímulos aferentes, una cantidad limitada que se transforma en el centro de nuestra atención. Estos estímulos seleccionados constituyen la figura de nuestro campo perceptual, en tanto la multitud de estímulos constituye un fondo solo percibido de manera imprecisa (Frisby, 1979).

Un objeto sólo puede ser percibido de modo preciso en relación con el fondo. Según Goldstein (1988), cuando dos campos tienen la misma línea límite común, es la figura la que adquiere la forma y no el fondo. Otro tipo de ejercicios, dentro de este apartado, son los que se proyectan a establecer el fondo que parece que continúa detrás de la figura; en otros casos la figura se presenta como un objeto definido, sólido y estructurado. La figura parece que tiene un color local sólido y el fondo parece más etéreo y vago. Igualmente, hay juegos en los que se percibe la figura más cercana al niño y otros en los que la figura impresiona más y se recuerda mejor que el fondo, que queda indefinido. Finalmente, existen ejercicios en los que el límite o línea que separa figura y fondo, pertenece siempre a la primera.

Siguiendo las investigaciones de Frostig (1966), los alumnos que tienen alteraciones en el concepto figura-fondo, manifiestan estos síntomas; el niño cuando lee, pierde la línea fácilmente o confunde palabras de apariencia semejante. Es común encontrarnos niños que ignoren los signos de puntuación y acostumbran a señalar las palabras mientras las van leyendo; manifiestan dificultad para organizar el trabajo escrito, los problemas o reactivos no siguen ningún orden; de igual modo es frecuente que omitan palabras o renglones enteros al estar copiando de la pizarra. En el área de matemáticas, los signos de los problemas no suelen ser respetados y desde luego manifiestan grandes dificultades para trabajar con gráficas y mapas, es decir, se distraen con mucha facilidad con todo tipo de material visual, las palabras les parecen como "si se fundieran" considerándose incapaces para localizar una información específica. Eesto produce que este tipo de niños aparente ser inatentos y desorganizados, pero la realidad es que manifiestan dificultad para cambiar el foco de atención.

Ejercicio 9. Modelo para utilizar en el aula.

5.2.2. Ejercicios dirigidos a mejorar la percepción de las posiciones espaciales

Los juegos favorecen la fijación de las posiciones en el plano de las maduraciones laterales obtenidas en el cuerpo y en el espacio, cuyo proceso recordamos citando a Wallon (1938) sigue el siguiente esquema: En un primer lugar se produce una orientación lateral del niño respecto a su propio cuerpo y descubre el eje corporal y gracias a este descubrimiento pasa a la siguiente fase en la que la orientación lateral del objeto se produce respecto al sujeto. En un tercer momento esta orientación lateral del niño se relaciona ya con el espacio exterior o con su posición en el espacio para finalizar estableciendo esta orientación lateral del niño respecto al plano y descubriendo el denominado eje de simetría.

Consideramos importante este aspecto y por ello hay bastantes juegos relacionados con la percepción de las relaciones espaciales en el plano. Siguiendo a Ríus Estrada (2000), la percepción de las relaciones espaciales supone una coordinación total de las operaciones anteriores. En el proceso lector y grafomotor, las actividades visuales, aún aquellas que se especifican como percepciones visuales se producen con anterioridad a las actividades u operaciones viso-motrices, y esto afecta, esencialmente, a todo el proceso de lectoescritura.

Todos los juegos dirigidos al entrenamiento visual espacial van encaminados principalmente al desarrollo de la direccionalidad, mediante la construcción del conocimiento y automaticidad coordinadas en el espacio a través de ejercicios con movimiento, imitación y lenguaje para desarrollar un componente más concreto de las direcciones en el espacio. Entendemos las relaciones espaciales como la capacidad del observador para percibir la posición de dos objetos o más en relación a sí mismo o en relación con la posición relativa de los objetos (Goldstein, 1988). Una percepción intacta de las relaciones espaciales es, entonces, un importante requisito previo para la lectura, en especial de palabras prolongadas, y para el cálculo (percepción del ordenamiento y la secuencia de letras en una palabra o de dígitos en una cantidad de varias cifras, así como la comprensión de las cantidades) (Frostig, 1966). La percepción de las relaciones espaciales, implica una mayor diferenciación y estructuración de la percepción visual y exige en mayor medida la detección de secuencias y con ello, un mayor rendimiento. En la percepción de las relaciones espaciales se observa una cantidad aleatoria de diversas porciones relacionadas entre sí, recibiendo todas entre sí el mismo grado de atención (Goldstein, 1988).

Ejercicio 10. Modelo para trabajar en el aula.

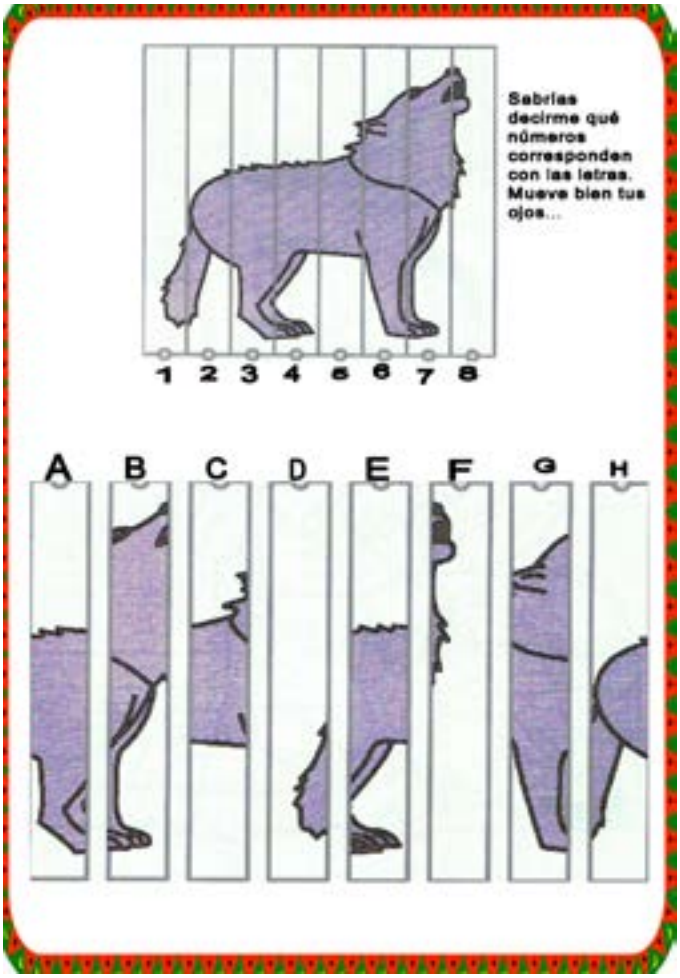
Según las publicaciones de Caron y Caron (1988), los niños que manifiestan problemas de relación

espacial, manifiestan una gran distorsión de lo que les rodea, por lo que los niños que la sufren aparentan ser torpes y vacilantes en sus movimientos, igualmente presentan dificultades para comprender palabras como: dentro, fuera, arriba, abajo, antes, después, derecha e izquierda, ya que confunden letras y números de orientación simétrica como por ejemplo (b/d, p/q, al/la) y esto les produce gran esfuerzo a la hora de copiar de la pizarra determinadas palabras y oraciones. Estos alumnos también manifiestan problemas de ortografía y lectura de mapas, se caracterizan por invertir el orden de los números y les cuesta mucho decir la hora o seguir un calendario. En la guía didáctica hay bastantes juegos relacionados con las nociones espaciales que han trabajado todos estos aspectos a través del entrenamiento visual.

5.2.3. Ejercicios dirigidos al entrenamiento del análisis visual

En el que se utiliza la discriminación de similitudes y diferencias para apreciar la forma, objeto o símbolo. Esto se ha realizado con los ejercicios de exploración y construcción de figuras desde un patrón prediseñado, como se puede comprobar, hay varios juegos en los que se presenta al niño el patrón y luego se le invita a que lo reproduzca. La construcción nos enseña como el todo está hecho de partes y ayuda a nuestros alumnos a entender las características importantes del objeto, forma, diseño o símbolo, y esto se relaciona con el emparejamiento de los grafemas, las letras puede utilizarse, presentando al niño una letra predetermina y haciendo que la construya a través de bloques sólidos con diferentes formas (Posner, 1994). Para desarrollar la aparición de esta imagen visual, fundamental para establecer la conciencia fonológica, el niño es estimulado a manipular las formas en su mente a través de los ejercicios visuales, para que las rote, y vea en diferentes perspectivas, antes de hacer la construcción de la forma.

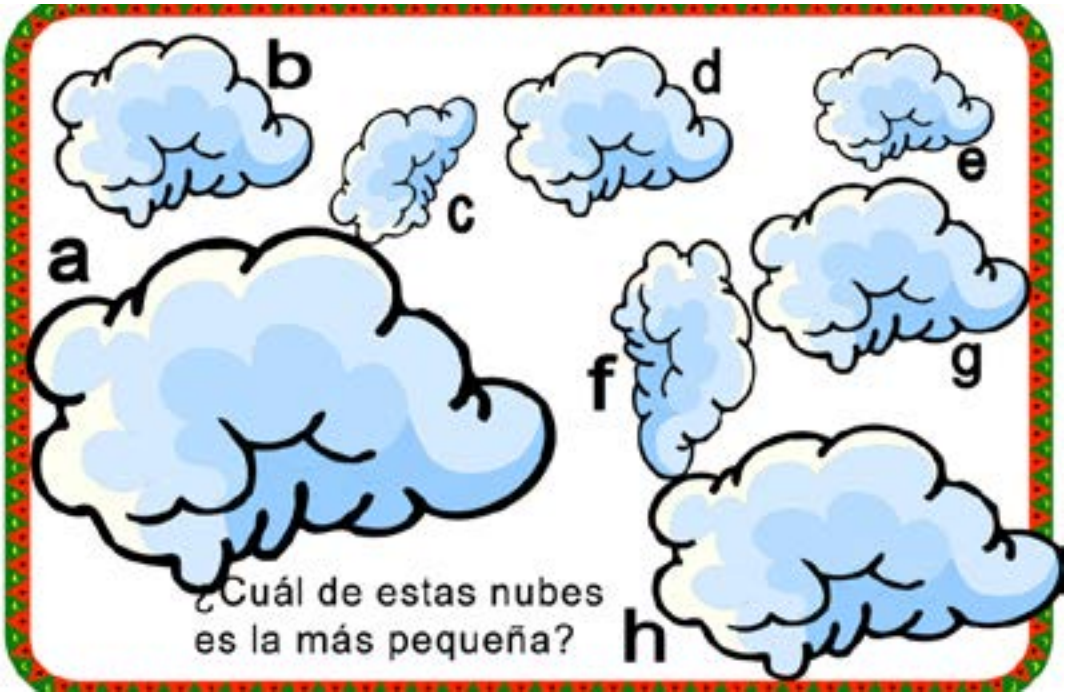
Ejercicio 11. Modelos para trabajar en el aula.



5.2.4. Ejercicios de coordinación y habilidades de pensamiento

A pesar de ser ejercicios de entrenamiento visual no podemos obviar que muchos de los juegos ejercitan un entrenamiento visomotor que comprende la coordinación ojo-mano y las habilidades de pensamiento, tales como la representación y la visualización. Este entrenamiento se ha realizado a través del trazo de figuras y símbolos en el papel y todos los ejercicios relacionados con la coordinación ojo-mano, debido a la intervención de los movimientos oculomotores en todas estas actividades, el papel del maestro está cualificado para el tratamiento de los mismos sin que se acote a una terapia visual dirigida a disfunciones oculares.

Ejercicio 12. Modelos para trabajar en el aula.



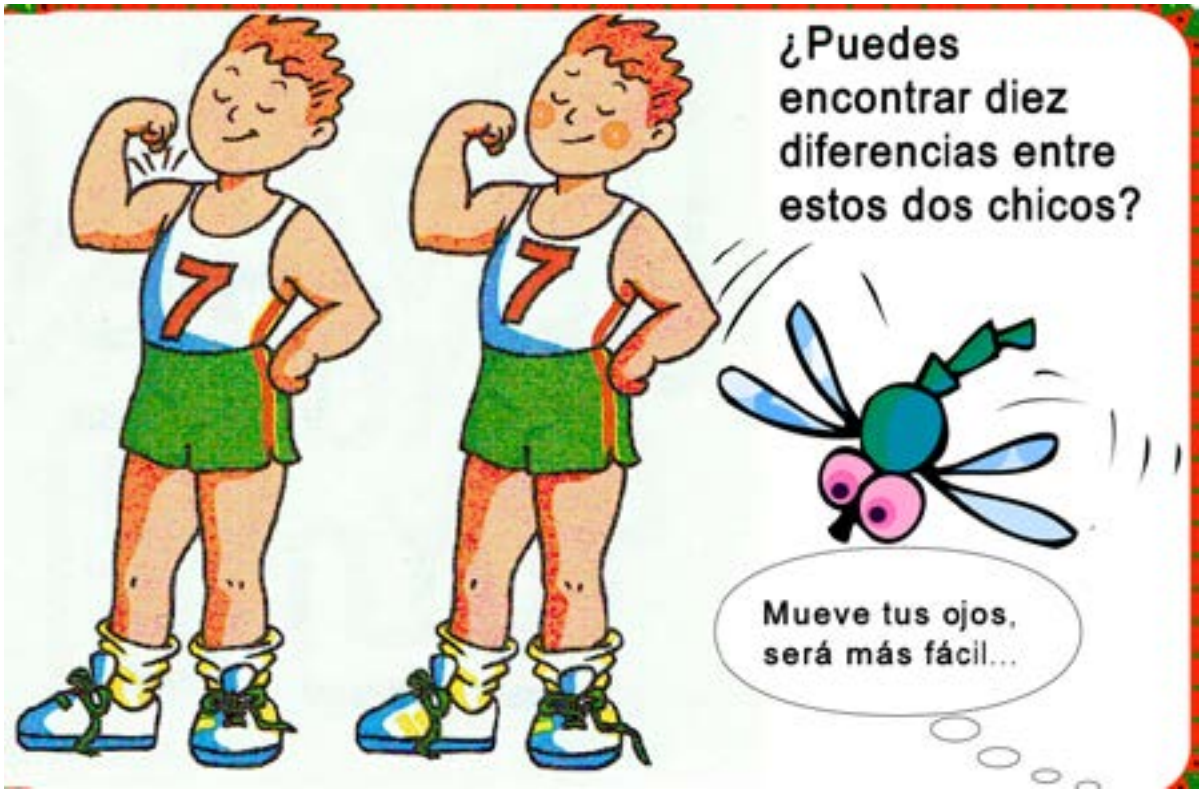
5.2.5. Ejercicios dirigidos a mejorar las habilidades viso-espaciales y perceptuales

El programa de entrenamiento visual en el aula busca mejorar también las habilidades de eficiencia visual, habilidades motoras tales como la fijación, los movimientos de seguimiento y los saltos sacádicos, las habilidades acomodativas de precisión, flexibilidad y mantenimiento y nos encontramos con varios juegos especialmente dirigidos a todo tipo de habilidades viso-perceptuales como son; las habilidades viso espaciales, las habilidades de análisis visual, que como hemos visto, incluyen la habilidad para reconocer pequeño, grande, la parte que falta, rotada o en diferente posición y a reconocer las diferencias entre dos objetos presentados y representaciones abstractas, a recrear las imágenes creadas a través de la visualización o la experiencia visual previa. Se trabaja, igualmente, las habilidades de ver lo que realizamos a través de las habilidades de pensamiento que incluyen la visualización, formando una imagen mental de lo que vemos y la manipulación visual, es decir, la habilidad de transferir visualmente objetos o representaciones abstractas a través de rotación o desplazamiento (Myers, 1988).

Estas habilidades están presentes en los diferentes juegos de ojo-motor, los niños que tienen problemas ojo-motores experimentan dificultad cuando quieren alcanzar las cosas, vestirse o realizar movimientos que dependen de la suficiencia visual (Frostig y Horrne, 1964). Aquí han realizado ejercicios de colorear, trazar y dibujar líneas rectas, curvas o quebradas, entre guías que cada vez se

hacen más estrechas y finalmente se eliminan. Los ejercicios de figura-fondo se caracterizan porque los niños que presentan problemas en esta área pueden estar desorganizados y muy distraídos en el aula, debido a que no logran eliminar los estímulos ambientales superfluos. En la guía hay bastantes ejercicios donde el alumno ha de trazar líneas, e identificar figuras que aparecen sobre fondos cada vez más complejos, son parte de este programa el reconocimiento de figuras secantes y escondidas, así como el completamiento de figuras y actividades de ensamblado.

Ejercicio 13. Modelos para trabajar en el aula.



5.2.6. Ejercicios dirigidos a mantener la constancia perceptual y posicionamiento en el espacio

Hay ejercicios encaminados a la constancia perceptual, porque siguiendo a Posner y Rothbart (1992) si el niño no puede percibir la constancia de formas y tamaños, le parecerá que el mundo es inestable e incongruente, por lo que no reconocerá un símbolo familiar si se le presenta con otro color, tamaño o contexto, así encontramos varias hojas de trabajo en las que se realizan ejercicios de igualación, discriminación y categorización de diferentes formas y animales.

Nos ha parecido importante también incluir ejercicios de posicionamientos en el espacio, es evidente que si no se logra interpretar la posición, se pueden presentar problemas de inversión, por lo que es conveniente también completar los ejercicios visuales con ejercicios psicomotrices sobre la imagen corporal, el esquema somático y los conceptos corporales. En la guía didáctica se encuentran varios juegos encaminados a desarrollar el sentido de la direccionalidad en el espacio, como derecha e izquierda, antes, detrás, arriba o abajo. Es fundamental saber que las disfunciones en las relaciones espaciales pueden hacer imposible recibir en secuencia la información perceptual para escribir palabras, para la aritmética y para leer mapas (Oña Sicilia, 1994). Los ejercicios relacionados con esta área se presentan con problemas dispuestos en secuencia como por ejemplo, acabar figuras, recordar una oración, ensamblar las diversas partes de algo y copiar figuras. Hay que recordar que estos juegos referentes a las relaciones espaciales son complejos y hasta cierto grado, exigen capacidades perceptuales referentes a otras áreas.

Existe un conjunto de juegos, dentro de este apartado, también dedicado al entrenamiento de la percepción de las formas que, siguiendo las investigaciones y publicaciones de Kephart, (1999) aplicamos ejercicios visuales de rompecabezas, laberintos, figuras de palos, etc. para entrenar a alumnos con poca percepción para construir formas. En general, se trata de tareas donde los niños han de igualar y reproducir diversas formas de patrones.

Ejercicio 14. Modelo para trabajar en el aula.

5.2.7. Ejercicios dirigidos al desarrollo de la Memoria Visual

La idea de un almacén sensorial visual o memoria icónica es un concepto ampliamente aceptado en los trabajos recientes sobre procesamiento de la información visual. Desde hace bastante tiempo se viene aceptando la existencia de una memoria breve dependiente del tiempo, que opera en una fase temprana en el análisis de la información. Hebb (1949) utilizó el concepto en su teoría bifásica de la memoria y sugirió que en la primera podemos distinguir una primera fase breve de actividad neural y una segunda fase permanente y estructural denominada huella de memoria. Según esta teoría, la función de la fase de actividad neural es mantener la información hasta que pueda establecerse la asamblea celular estructural. Desde entonces, han sido muchos los investigadores que han utilizado un concepto de memoria bifásica sus marcos de referencia.

Broadbent (1958) presentó, también en referencia a la memoria visual, un modelo de flujo de información entre el estímulo y la respuesta en el que distingue dos sistemas para el almacenamiento de la información; un sistema S, para el almacenamiento de los datos sensoriales y un sistema P, donde se almacena la información ya procesada y categorizada. Según este modelo, los inputs sensoriales son procesados en dos fases; en la primera son identificadas las características físicas de los estímulos (que en visión serían localización, color, tamaño, forma y brillantez) sin limitación alguna en cuanto al número de canales informativos que pueden tratarse simultáneamente y en la segunda fase se procesa el contenido verbal de la información secuencialmente, esto es, uno por uno.

En 1960, Sperling va a iniciar una línea de investigación que aportará la primera evidencia conductual clara en apoyo de una memoria visual muy breve, de capacidad prácticamente limitada y

cuyo contenido es una representación "cruda", muy poco elaborada del entorno. Cuando se realiza una fijación, se mantiene en una memoria de muy corta duración de las palabras hasta pasar a la siguiente fijación para poder entender el significado de las frases.

Las diferentes investigaciones han demostrado que esta representación mental, esta memoria visual se caracteriza por una capacidad limitada, ya que el material almacenado en este tipo de memoria se considera una representación sin sentido de la realidad (Sperling, 1960) es de muy corta duración, una serie de estimaciones recientes parecen coincidir en que la duración del icón es de aproximadamente 0.5sg a 1sg. (Haler y Hershenson, 1973). Y finalmente mantiene una naturaleza precategorial, es decir, es una descripción literal y no una descripción semántica o simbólica del estímulo (Posner, Snyder y Davidson, 1980). Esto nos indica que a través de la memoria visual el niño debe detectar detalles y secuencias desde una edad muy temprana, los niños coordinan y organizan sus percepciones en categorías que representan formas útiles e importantes de conceptuar el mundo para luego poder distinguirlo de objetos que pertenecen a otras categorías. Es por esta razón que los niños que no tienen bien establecida o trabajada la memoria visual el mundo les aparece como inestable e incongruente por la inconstancia en formas y tamaños, igualmente, está demostrado que un alto porcentaje de niños con problemas en memoria visual presentan problemas en la comprensión del lenguaje.

El entrenamiento utiliza la discriminación de similitudes y diferencias para apreciar la forma de un objeto o símbolo, es normal que no reconozcan un símbolo familiar si se le presenta de forma diferente, color, tamaño o contexto pues su retención visual es pobre. Hay en este apartado, ejercicios de igualación, discriminación, y categorización de formas y figuras, a través de la exploración y construcción de diferentes figuras según patrones diseñados, para que el niño ejercite su memoria visual, y recordemos que antes de jugar se le enseña a los niños ejercicios de seguimientos de un objeto con los ojos, como el lápiz mientras es movido en diferentes posiciones, a la vez que seguimientos de luz con una pequeña linterna ya que en estos ejercicios se iguala la información cinestésica de los músculos extraoculares, con la información cinestésica de los músculos oculares (Demer et al., 2002).

A este respecto es importante dejar reflejado en este apartado de memoria y retención visual la organización interna de la Memoria de Trabajo. Esta teoría desarrollada por Baddeley y Hitch (1974) constituye una teoría muy articulada sobre la manipulación de símbolos mentales bajo control voluntario. El modelo de Baddley propone que la Memoria de Trabajo está formada por al menos tres subsistemas organizados de forma jerárquica entre sí y que funcionan en estrecha colaboración: el Ejecutivo Central, el Lazo Articulatorio y la Agenda Visoespacial, vamos a analizarlos más detenidamente por su relación con el procesamiento de la información.

El Ejecutivo Central: hemos definido la Memoria de Trabajo como el conjunto de símbolos que, en un momento determinado, están siendo manipulados en la mente bajo control voluntario de la persona. En concordancia con esta idea, Baddeley propone la existencia de un sistema central, denominado el Ejecutivo Central, que trabaja controlando dos sistemas subordinados que ejecutan las funciones de mantenimiento de la información. Este Ejecutivo Central es el sistema de control voluntario y toma de decisiones. Es capaz de cotejar y valorar alternativas y optar por la más adecuada. Sus decisiones afectan a los cursos de acción que seguimos, tanto a nivel mental como conductual. En general, el Ejecutivo Central es un sistema de naturaleza atencional que ejerce el control voluntario y la toma de decisiones, y está estrechamente relacionado con la experiencia consciente. Los símbolos que se manipulan bajo control voluntario se mantienen activos mediante sus dos principales sistemas subordinados; el lazo articulatorio y la agenda visoespacial (Baddeley, 1990).

Ejercicio 15. Modelos para trabajar en el aula.

Vamos a referirnos muy brevemente al lazo articulatorio para dedicar más tiempo a la agenda visoespacial por ser el sistema de percepción visual y relacionarse más con la investigación.

El lazo articulatorio según Hossain y Salili (1998) es el sistema del lenguaje utilizado para mantener activos bajo control atencional una serie de símbolos de naturaleza verbal mediante un proceso de repaso continuo.

La agenda visoespacial es el sistema de percepción visual, utilizado para mantener y manipular información de naturaleza visoespacial bajo control atencional (Baddeley, 1990). Al igual que el lazo articulatorio, la agenda visoespacial es la utilización de un sistema mental con sus propias funciones y objetivos para el mantenimiento y manipulación activa de información. En este caso, se trata del sistema de percepción visual y de la información que se mantiene y manipula en la Memoria de Trabajo mediante este sistema, es lógicamente, de imágenes. Es importante señalar, sin embargo, que las imágenes nos dan dos tipos de información, en primer lugar, la información espacial sobre la apariencia de caras, objetos, colores, etc. En segundo lugar, la información espacial sobre la localización relativa de las partes de la imagen (Atkinson y Shiffing, 1968).

Almacenar algo en la Agenda Visoespacial es, por tanto, convertir esa información a un formato visoespacial y mantenerla en el "ojo de la mente". A diferencia del Lazo Articulatorio, la Agenda Visoespacial no requiere el repaso ordenado de imágenes (Baddeley, 1990). Las imágenes individuales pueden ser combinadas en imágenes más complejas y recordarse como un todo. Aun así, hay límites al número de elementos independientes de que puede constar la imagen, por ejemplo, según las investigaciones de Baddeley (1990) si queremos visualizar una foto familiar con muchas personas, es posible que no podamos distinguir detalles como la expresión facial de cada uno. Si intentamos ver las caras de las personas, con detalle, entonces es posible que sólo podamos visualizar una o dos caras con claridad.

Según Hoosain y Salili (1988), los materiales que se mantienen en la Memoria de Trabajo pueden provenir tanto de fuentes externas al individuo como de fuentes internas, en concreto de los conocimientos almacenados en la Memoria a Largo Plazo. Esto es cierto tanto para el material verbal en el Lazo Articulatorio como para el material visoespacial en la Agenda. Sin embargo, la diferencia en el origen de la información en el caso de la Agenda Visoespacial va acompañada de una gran diferencia en la experiencia subjetiva (Baddeley, 1990). Cuando las imágenes provienen de una fuente de estimulación externa, las vemos, son parte de la percepción del entorno visual. En cambio, cuando se generan a partir de una fuente interna, las imaginamos. Estas imágenes se experimentan como desligadas de la realidad, porque podemos visualizar cosas que sabemos que no existen en el

mundo, pero a pesar de esta diferencia subjetiva, las investigaciones de Baddeley, (1990) evidencian que las imágenes que creamos mediante la imaginación funcionan igual en aspectos importantes, esto apoya su teoría de que ambas funciones (percepción e imaginación) son soportadas por un mismo sistema mental.

Con respecto a todos los ejercicios de memoria y retención visual cabe destacar que los niños, desde una edad muy temprana, deben detectar detalles y secuencias, coordinando y organizando sus percepciones en categorías que representan formas útiles e importantes de conceptuar el mundo para luego poder distinguirlo de objetos que pertenecen a otras categorías. Este discernimiento parece estar basado, en las investigaciones de Hoosain y Salili (1988), centradas en el desarrollo por parte del alumno de una categoría de cierto tipo, a partir de la experiencia anterior con círculos de diferentes tamaños (Hoosain y Salili ,1983) quienes mostraban figuras de tres puntos a niños de 3 y 4 meses de edad, puntos que se parecían a triángulos, cuadrados o rombos. Algunos niños veían figuras de puntos que se podían asociar a un cuadrado por la forma que presentaban. Se mostraron a los niños dos nuevas figuras de puntos, uno era un cuadrado de verdad y la otra era un triángulo o rombo. Los niños miraban durante más tiempo a la última figura lo que sugiere que adquirieron una cierta categoría de lo cuadrado a partir de la figura de puntos precedentes (Caron y Caron, 1988). Desde los primeros seis meses de vida hasta el año de edad el niño presenta memoria de reconocimiento visual que es la habilidad para distinguir imágenes familiares de las no familiares cuando se muestran al mismo tiempo; al año de edad se les puede evaluar la memoria explícita (hechos, nombres y sucesos) e implícita (hábitos y destrezas que no requieren un recuerdo consciente) (Wallon, 1938).

Según las publicaciones de Castellón (2007), los niños que presentan alteraciones de la memoria visual manifiestan una gran dificultad en la comprensión del lenguaje, son incapaces de hacer resúmenes y son lectores lentos con problemas en la comprensión. La mayoría de los expertos coinciden en que el niño tiene que alcanzar cierto grado de madurez en la percepción visomotora antes de aprender a leer, escribir y comprender conceptos numéricos. Un alumno principiante, con su percepción visomotora bien desarrollada será probablemente un buen estudiante en la escuela primaria, mientras que un niño, cuya percepción visomotora no ha madurado, tendrá dificultades en todo tipo de tareas escolares (Castellón, 2007).

Los ejercicios y juegos dedicados a memoria visual, entendida esta como la capacidad de procesar imágenes, que es una de las funciones del hemisferio derecho y que correlaciona posteriormente con la capacidad de generar ideas, se destinan fundamentalmente al momento de efectuar una observación, su impacto se refleja en el cerebro bajo la forma de una inscripción de una huella (Coren y Ward, 1989).

Si los profesores queremos consolidar ese registro debemos considerar la calidad de la representación. Cuando la huella es excepcionalmente buena, o la intensidad emocional del impacto es profunda, la grabación se produce de manera automática, pero en situaciones normales, es necesario recrear la vivencia original "enriqueciendo el código perceptivo" (Coren y Ward, 1989).

A través de los ejercicios visuales se ha intentado enseñar a traducir lo que se percibe con la ayuda de un código abstracto-conceptual sostenido por la palabra y por otro concreto- sensorial apoyado en imágenes mentales. Es un doble sistema de registro; uno es verbal, lógico, intelectual y propio del hemisferio izquierdo del cerebro infantil y el otro, es sensorial, emotivo, sintético, crea imágenes multisensoriales y es característico del hemisferio derecho del cerebro. Sin concentración no hay memoria posible y sin memoria no hay concentración (Rock, 1984). Según las investigaciones de Rock, (1984) la memoria y la atención humana solamente pueden atender a 7 estímulos simultáneos. La memoria como capital intelectual es la base de las exposiciones orales y escritas de alta efectividad, porque los conocimientos se recuperan con facilidad sin necesidad de ser leídos y sin excesivas ayudas. La adecuada disponibilidad de los recursos del saber organizado predisponen, con facilidad, hacia el logro de los planes estratégicos la creatividad creciente con la capacidad de implementación (Goldstein, 1988).

"La imaginación es más importante que el conocimiento y, sin memoria no hay imaginación ni creatividad" (Einstein, 1932)

Una multiplicidad de estímulos demanda la atención del niño, por lo tanto, es necesario en-

señarles a aprender a seleccionarlos y a evitar el automatismo perceptivo. Quien no sabe observar tiende a culpabilizar injustamente a la memoria cuando en realidad lo que falla es su capacidad de percepción (Goldstein, 1988).

El recorrido que se ha trabajado con los ejercicios visuales en lo referente a la memoria ha sido: observación – representación – organización y recuperación. Por lo que el trabajo ha ido encaminado a varios aspectos, en primer lugar, la cantidad de repeticiones refuerzan la huella si se efectúan de una manera activa, por lo que son fundamentales las pistas que generemos durante la percepción. Si el recuerdo es dificultoso, esforzarse puede ser un error, en cambio, si se introduce una clave y se deja actuar al inconsciente, la información reaparece fácilmente. Las investigaciones (Carlson, 1977) concluyen en que no existen buenas o malas memorias, todo depende del modo en que se las haga funcionar, por lo que una buena memoria opera correctamente en todas las etapas del proceso. Cuando no se dispone de una metodología apropiada se recurre al nerviosismo y el resultado es el olvido, esto nos hace pensar que la memoria es una construcción, nacemos con un página en blanco a completar con las experiencias de la vida, sin memoria seríamos simples vegetales, es fundamental entrenarla y alimentarla especialmente en la vida escolar.

5.2.8. Ejercicios dirigidos al desarrollo de la atención espacial selectiva y las habilidades visuales

La atención espacial se describe mediante la comparación con un foco de linterna, a partir de los resultados con la tarea experimental de costos y beneficios de Posner, (1980). Esta metáfora de la atención se asocia con la idea de orientación visual. La tarea de costos y beneficios, (Posner, 1980) consiste en detectar el único estímulo visual que aparece en la presentación, a izquierda o derecha en una pantalla. Mediante una respuesta arbitraria, como presionar una tecla, el participante debe indicar que ha visto el estímulo, este estímulo puede ser un punto luminoso o un carácter (letra o dígito) y que Posner, denominó objetivo. Los efectos atencionales en esta tarea pueden ser; beneficios en el caso de los ensayos válidos, consistentes en un menor tiempo de reacción (o errores) frente a la condición neutra y costos en el caso de los ensayos inválidos, consistentes en un mayor tiempo de reacción (o errores) que en la condición neutra (Posner, Nissen y Ogden, 1978).

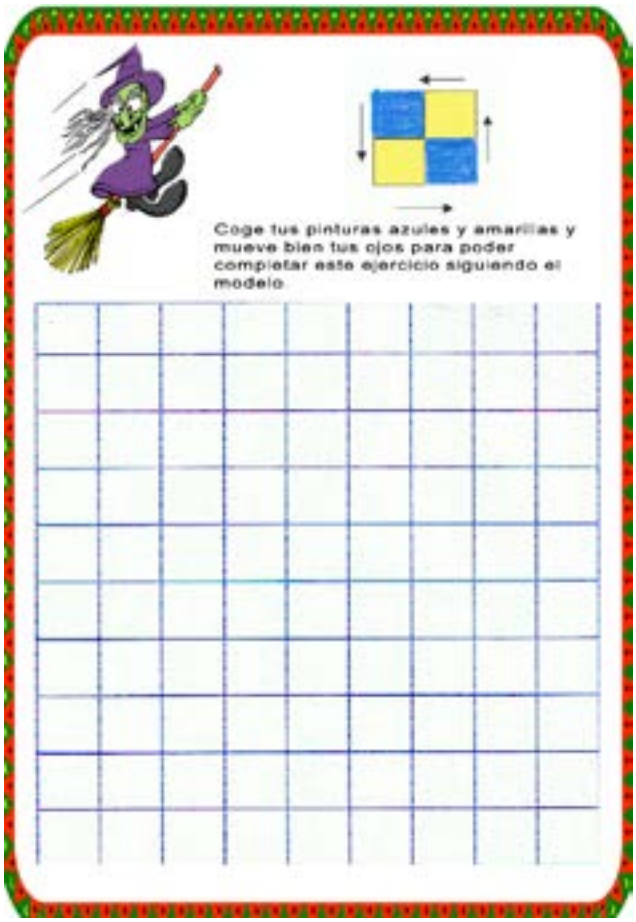
No obstante, mirar y atender pueden disociarse. En una escena visual estática, sin movimientos oculares, el sujeto puede tener el punto de fijación ocular en un punto de la escena y su atención en otro punto de la escena visual. Llamamos a esta situación de disociación "atención encubierta", como cuando un jugador de baloncesto simula mirar a la canasta y sin embargo pasa el balón al lado contrario. Esta disociación es posible (Posner, Nissen y Ogden, 1978) debido a que la atención se mueve más rápida que el ojo. En realidad, entre orientación atencional y programación sacádica hay una relación funcional: la localización de la atención indica a los centros oculomotores el punto de destino para programar un movimiento ocular.

La tarea de costos y beneficios se ha mostrado como una fructífera herramienta de análisis experimental. Primero, permite tener un índice conductual del mecanismo atencional que es independiente de los movimientos oculares; segundo, permite disociar la atención endógena de la atención exógena, por último, variando aspectos como la distancia que debe recorrer la atención visual para alcanzar la localización del objetivo o el tamaño del área donde se presenta éste, permite valorar características como la velocidad y el tamaño de la atención visual. De este conjunto de estudios, se va configurando la concepción de la atención espacial como un foco de linterna, cuyas ideas centrales son las siguientes:

- Se atribuye un estatus especial a la información sobre localización espacial. La atención visual selecciona una región del campo visual (Posner, 1980; Posner, Snyder y Davison, 1980; Triesman y Gelade, 1980).
- La región espacial atendida es de tamaño fijo, con un diámetro en torno a 1º de ángulo visual (Eriksen y Eriksen, 1990).
- Cualquier estímulo dentro de esta región "iluminada" verá facilitado su procesamiento, con independencia de su probabilidad de ocurrir, (Posner, Snyder y Davison, 1980), es decir, no importa si el participante aguarda o no su aparición, el estímulo dentro del foco será detectado, discriminado, reconocido, etc., con mayor eficacia.

- No es posible atender, a la vez, a dos regiones espaciales no contiguas. Es decir, sólo existe un único foco no divisible (Posner, Snyder y Davidson, 1980).
- De las características principales se deriva la necesidad del cambio atencional. Es decir, si el foco es único y de tamaño fijo, sólo hay un modo de atender a dos posiciones espaciales no contiguas: en sucesión, mediante un desplazamiento del foco desde su posición actual a la nueva, (Posner, 1980).

Ejercicio 16. Modelos para trabajar en el aula.



Según Allport (1993), la atención selectiva es entendida como la habilidad para discriminar lo esencial y está muy condicionada por las habilidades visuales que hacen referencia a varios aspectos; por una parte el control binocular o capacidad para mantener la fusión, por otra la motricidad ocular o capacidad para mover los ojos de forma independiente y precisa, que nos lleva directamente a la flexibilidad acomodativa o capacidad para cambiar y mantener el enfoque. Son relevantes también las preferencias al color, cuyas mejoras a través del entrenamiento son notables especialmente en los ejercicios de actividades perceptivas. Fundamentalmente la mejora en atención selectiva se centra en fragmentación más combinación, referida ésta a la capacidad de dividir o fragmentar la tarea presentado atención a dichas partes combinándolas por categorías o secuencias (Allport, 1993). La atención selectiva es una modalidad de la atención que hace referencia a la capacidad del organismo para centrarse en una parte de la información o del mensaje, de manera que el objeto de atención pueda ser percibido desde muchos puntos de vista, ignorando el resto en la medida de lo posible, la utilización de estas técnicas de clasificación o fragmentación que concentran eficazmente la información en cada trozo de memoria o ponen en marcha el filtro selectivo que bloquee, o por lo menos que atenúe los mensajes que no resultan interesantes, permite atender enteramente a los mensajes que van a ser analizados (Laberge, 1995).

Evidentemente esto mejora notablemente el rendimiento escolar en nuestros alumnos, una condición imprescindible para prestar atención a las ideas importantes es reconocer tales ideas. Siguiendo las publicaciones de Posner, Snyder y Davidson (1992), la atención selectiva implica, por tanto, tres pasos; el primero consiste en identificar las partes más importantes y menos importantes del mensaje o de la tarea, para ello, hay que tener en cuenta tres tipos de variables; las características del texto, las características de la tarea y las características del alumno (interés, conocimiento…); en segundo lugar, dedicar atención extra a las partes seleccionadas en función de su importancia y finalmente al recibir atención extra, dichas partes se aprenden y recuerdan mejor. Esto se relaciona con nuestra investigación y la aplicación del entrenamiento visual porque al leer entra en funcionamiento la memoria icónica, memoria que nos planteamos mejorar a través del tratamiento.

5.2.9. Ejercicios visuales dirigidos a la mejora del campo visual o de reconocimiento y su implicación en el aula

Siguiendo las investigaciones de Scheiman y Bruce (1994), el empleo de todo el campo visual dinámico ayuda al niño a observar más, ver más, escuchar más, recordar más, aprender más y a ser más eficiente.

En los ejercicios visuales se ha tratado de mejorar especialmente el campo visual dinámico, este concepto está referido al modo de prestar atención mediante la concienciación atenta y el dominio de todo lo que se encuentra a su alrededor (campo visual dinámico), que es totalmente diferente a la concentración en la que el niño solamente utilizará la visión central (Richman, 1988).

Con el entrenamiento se pretende que los alumnos reaccionen con más eficacia a los estímulos y relacionen con mayor facilidad la información dentro del campo visual, utilizando esta información con más eficacia y positivamente. De este modo permanecen, más tiempo, atentos en la tarea escolar.

Se realizan en el aula las siguientes observaciones para comprobar la mejora del campo visual, paralelamente a la aplicación de los juegos visuales, estableciendo como apartados de recogida de información los siguientes aspectos ya que el lector que lee palabra por palabra también presenta inhibiciones en la visión periférica.

Ejercicio 17. Modelos para trabajar en el aula.

Observaciones según Funcionalidad visual y procesos lectores (Castellón, 2008):

1. Mientras el niño lee, los profesores preguntamos si al mismo tiempo ve el libro y el resto de la sala, o si solamente ve el libro. En el primer caso, el niño emplea su visión dinámicamente (periférica y

central), mientras que en el segundo caso, su visión periférica se encuentra inhibida.

2. Mientras el niño lee, los profesores averiguamos si lo hace por oraciones completas, por frases o palabra por palabra. En el primer caso, emplea su campo visual dinámico, mientras que en el segundo y tercer caso, tiene la visión periférica parcial y totalmente inhibida respectivamente.
3. Mientras el niño escribe podemos averiguar si ve al mismo tiempo el lápiz, el pupitre, el papel y el resto de la habitación, o si solamente ve el papel, el lápiz y el pupitre, si ve solamente el papel y el lápiz. En el primer caso, el niño emplea todo su campo visual dinámico, mientras que en el segundo y tercer caso, su visión periférica se encuentra parcial o totalmente inhibida, respectivamente.

5.2.10. Ejercicios visuales dirigidos a fomentar la integración binocular y determinadas habilidades perceptivas

Es decir, realizar juegos dirigidos a conseguir una binocularidad adecuada a través del entrenamiento visual. Además del entrecruzamiento recíproco de los lados, derecho e izquierdo, arriba y abajo, brazo con brazo, pierna con pierna, brazos con piernas, ojos con brazos, ojos con piernas, ojo con ojo y ojos con cada mano y ambas manos. Todo permite la bilateralidad y la binocularidad. Siguiendo los estudios sobre binocularidad de Scheiman y Bruce (1994), podemos afirmar que la línea media necesita cruzarse con manos, brazos, piernas, ojos, todo interrelacionado, porque a través de estos movimientos comienza la direccionalidad por conocimiento de uno mismo (espacio interno), de donde están sus lados (esquema corporal) y siendo capaz de proyectar visualmente donde están las cosas en el espacio (espacio exterior), es entonces cuando el niño puede saber si una letra está en un lado o en otro de una separación vertical, si es una “b” o una “d”, o una “p” o una “q”; mirando puede saber la posición de los objetos en el espacio, si la “o” está a la izquierda o derecha de la “n”, por ejemplo “no” u “on”.

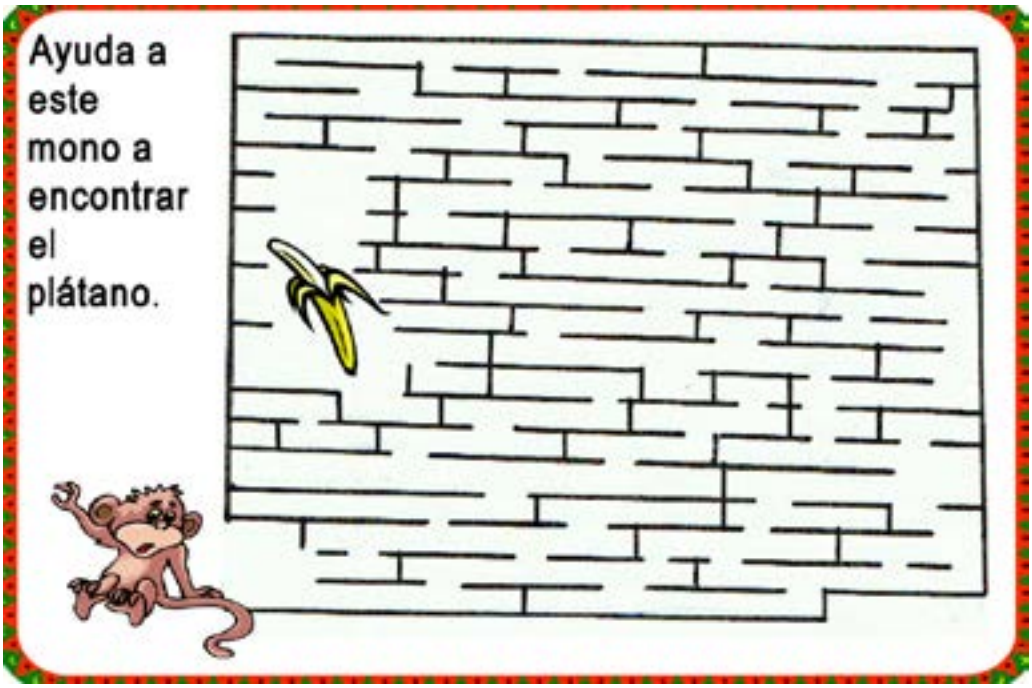
Igualmente, podemos agrupar en el apartado habilidades perceptuales toda una serie de ejercicios encaminados a mejorar los movimientos oculares y la flexibilidad, al desarrollo de la motricidad fina y la coordinación ojo-mano, a la mejora de los movimientos oculares en relación a la coordinación ojo-mano, movimientos oculares en horizontal, vertical y oblicuo y el mantenimiento de la fijación, a la mejora los movimientos oculares en rotación y ampliación del campo visual, a la motricidad, la fijación y la coordinación óculo –manual. Por otra parte, se trabajan juegos visuales para mejorar los movimientos de seguimiento, la capacidad de enfocar y añadir coordinación auditiva, ejercicios dirigidos a perfeccionar el enfoque en visión próxima durante la lectura.

Hay juegos dirigidos a la resolución visual, entendida como la dificultad para mantener la imagen constantemente (Palomo, 2010). La página está distorsionada, con letras que se mueven, emborronan, se aclaran, oscurecen, con imágenes dobles, palabras difusas y destellos y parpadeos sobre la página o la página del libro parece quedarse en blanco (White out) completamente. Algunos juegos tienen como objetivo la mejora del enfoque sostenido, entendido como la capacidad de enfocar las palabras independientemente de la corrección del error refractivo (gafas o lentillas) (Palomo, 2010). Otros se encaminan a tratar la amplitud de fijación, referida al número de letras comprendidas durante una pausa de fijación. Suele estar reducida y la puntuación no es observada, por lo que solamente se comprende lo leído después de una relectura (Palomo, 2010). Con todos los ejercicios se pretende disminuir la fatiga ocular y mejorar la percepción visual individual, que está influenciada no sólo por factores fisiológicos, tales como una imagen borrosa, fatiga o enfermedad ocular, sino también por los factores psicológicos tales como el estado de atención, el estrés emocional y las actitudes conscientes e inconscientes, al igual que los factores del ambiente como pueden ser una atmósfera adecuada y una oportunidad académica (Allport, 1993).

Existe otro grupo de juegos, dentro de este apartado, dirigidos a potenciar la direccionalidad de los alumnos, entendida como la capacidad para interpretar y proyectar los conceptos de izquierda y derecha en un espacio y sobre los objetos, y a mejorar las destrezas de análisis visual, usadas para identificar, clasificar, organizar, almacenar y recordar visualmente la información presentada (Goldstein, 1988). Estas destrezas también se trabajan en relación a la visión espacial, permitiendo al niño desarrollar la conciencia del espacio interno y externo y coordinarlas para organizar e interactuar en el mundo que le rodea, progresando en el proceso de análisis de formas, en reconocimiento, discri-

minación e identificación de objetos. También se trabajan las destrezas de integración visual, tanto la intramodal, que implica la coordinación de estímulos recibidos en una modalidad perceptiva, especialmente visual-visual y la intermodal, que implica la coordinación de estímulos recibidos diferentes modalidades principalmente visual –motora y audiovisual (Posner, 1980). Fundamentalmente toda la guía didáctica está dirigida a mejorar la aplicación de las normas de higiene visual, íntimamente relacionadas con el rendimiento escolar y la fatiga visual del estudiante.

Ejercicio 18. Modelos para trabajar en el aula.



Hay dos bloques de objetivos dignos de mencionar en este apartado, uno es la convergencia ocular y otro las disfunciones oculomotoras. Prácticamente todos los ejercicios de entrenamiento visual pretenden trabajar ambas, pero vamos a dedicarle un espacio a cada una de ellas.

Según investigaciones de Demer, Oh, Poukens (2000) nos referimos a la convergencia como un movimiento que realizan los ojos, totalmente involuntario, que permite pasar de la posición de mirada lejana a la visión próxima bajando los globos oculares y metiendo los ojos hacia la nariz. Muy pocas personas son conscientes de realizar este movimiento y, sin embargo, nos capacita para conseguir una visión binocular en tareas de visión cercana, evidentemente los alumnos han aprendido a realizar la convergencia de forma automática, con flexibilidad y cómodamente, si así no fuera el alumnado vería afectado su rendimiento en lectura, por lo que es razonable suponer, que si no se consigue fusionar las imágenes de los dos ojos en una sola, cuando leemos lo estaremos haciendo con un solo ojo y ni siquiera seremos conscientes de ello. El movimiento que realizan los ojos para pasar a visión próxima, se produce conjugando la acción de los dos ojos y los ejercicios visuales contribuyen a que a través de los músculos extraoculares, los globos oculares giran hacia la nariz y hacia abajo. Se denomina visión binocular cuando las imágenes procedentes de ambos ojos fusionan en una sola, y cuando los ojos están en posición de convergencia, tienen que volver a mirar de lejos, a este movimiento de vuelta a la posición de mirada de frente se le denomina divergencia (Palomo, 2010). Llegados a este punto es conveniente realizar una aclaración sobre algunos conceptos básicos en relación con el tema que nos ocupa, nos referimos a convergencia tónica como un aspecto relevante, que se puede aclarar, haciendo referencia al sueño, porque durante este momento de sueño, los ojos están vueltos hacia arriba y hacia fuera, cuando se cierran los párpados, los ojos, toman por

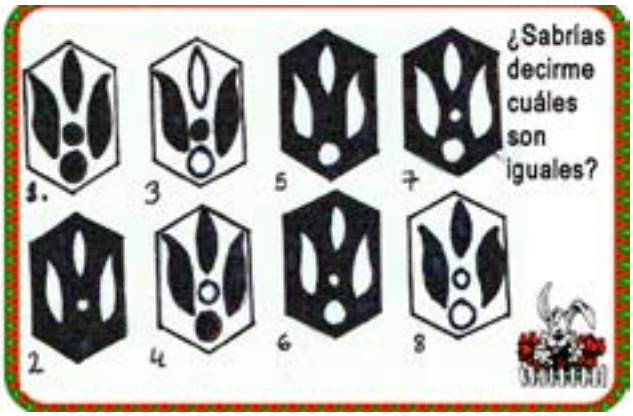
reflejo una posición de divergencia. Cuando los ojos están abiertos, una tensión constante se ejerce sobre la musculatura de convergencia y se mantiene una mirada paralela, se indica con el nombre de tono ésta tensión continua de los músculos y como convergencia tónica la que es producida por este mismo tono (Demer y Reyes, 1992). El término convergencia acomodativa se relaciona con el momento en que convergemos para mirar de cerca. En este momento se arrastra una acomodación refleja para poder ver con nitidez de cerca. La convergencia fusional es esta parte de la convergencia que asegura la fusión de las dos imágenes procedentes de los ojos para que formen una sola imagen (Demer y Reyes, 1992). Igualmente importante es el concepto de convergencia proximal o psíquica, que nos suministra el conocimiento de la distancia del objeto observado, es decir, que cuando miramos un objeto sabemos qué cantidad de convergencia necesitamos para enfocarlo instantáneamente con los dos ojos.

La visión de cerca precisa de la acomodación, pero implica igualmente la convergencia de los dos ojos sobre el punto de fijación, se trata, por lo tanto, de una acción muscular que consume energía y puede causar fatiga si se prolonga más allá de ciertos límites.

El entrenamiento en juegos visuales pretende ayudar en las tareas de aula, que requieren una gran demanda y gran cantidad de tiempo en lectura y escritura de cerca, para ello es necesario que los dos ojos trabajen conjuntamente de una manera precisa y coordinada por periodos prolongados de tiempo.

La acomodación y la convergencia, no dependen de las propiedades de la imagen retiniana sino de la actividad de los músculos (Porter, Baker, Ragusa y Brueckner, 1995).

Ejercicio 19. Modelos para trabajar en el aula.



Finalmente, dedicamos el último apartado del trabajo de aplicación prácticas de estos juegos visuales a las disfunciones oculomotoras que pueden presentarse en los alumnos de educación primaria en relación con la lectura y que no ha sido objeto de estudio en esta investigación, pero nos parece relevante hacer referencia a ellas. Según las investigaciones de Scheiman y Bruce (1994) se utiliza el término disfunción oculomotora para aquella condición en la que existen problemas en las tres áreas de la función oculomotora, es raro encontrar una disfunción en los sacádicos de manera aislada sin una disfunción en los seguimientos, sin presentar problemas en la fijación, o en los micro sacádicos.

El diagnóstico y tratamiento de las disfunciones oculomotoras concierne a los optometristas debido al efecto que tales problemas pueden tener en la capacidad funcional del niño, al contrario de las habilidades de acomodación y binoculares, que alcanzan niveles de desarrollo adulto muy temprano durante la infancia, el examen clínico nos indica que el desarrollo oculomotor es considerablemente más lento, progresando a lo largo de los primeros años de la escuela primaria.

Según las publicaciones de Scheiman y Bruce (1994), el cuadro clínico del desarrollo lento no es consistente con los datos de investigación básicos que sugieren movimientos oculares normales aproximadamente a la edad de 1 o 2 años, debido al largo proceso de desarrollo del control oculo-

motor. Un desarrollo lento puede dejar al niño con unas habilidades inadecuadas para cumplir con las demandas escolares. Por tanto, las disfunciones sacádicas y de seguimientos interfieren principalmente en la tarea de los alumnos, aunque algunos autores han encontrado también estos problemas en adultos (Solan, 1992).

Tanto los investigadores como los clínicos han puesto mucho énfasis en la relación entre movimientos oculares y lectura, ya que durante la lectura los tres componentes importantes de los movimientos oculares son los sacádicos, las fijaciones y las regresiones. Los sacádicos suponen aproximadamente el 10% del tiempo de lectura, el sacádico medio es de alrededor de ocho a nueve espacios de caracteres, lo que supone un ángulo visual de alrededor de 2º (Rayner, 1978). La duración del sacádico está en función de la distancia cubierta, por ejemplo, un sacádico de 2º supone alrededor de 25 a 30msgs, y un sacádico de 5º supone alrededor de 35 a 40msgs (Rayner, 1978).

Entre sacádicos, el ojo está en una pausa fijacional, es decir, para los lectores normales la duración media de la fijación es de 200-250msgs. Una característica importante de los movimientos de lectura normales es la gran variabilidad en un mismo sujeto y entre unos y otros. Las longitudes pueden variar de 2 a 18 espacios de carácter y los rangos de valores de la duración de la fijación pueden variar de 100 a más de 500msg, para un lector en un párrafo (Rayner, 1978). La tercera característica importante de los movimientos de lectura es la regresión, entendida, como un movimiento de derecha a izquierda y se produce el 10% y el 20% del tiempo en lectores hábiles. Las regresiones se producen cuando el lector sobreasa el estímulo, malinterpreta el texto o tienen dificultades para entenderlo.

Las diferentes investigaciones sobre movimientos oculares y lectura (Inhoff, 1984), nos llevan a dos puntos de vista básicos sobre esta relación; el primero sugiere que las anomalías oculomotoras pueden provocar una capacidad lectora por debajo de la media ya que los malos lectores tienden a hacer más fijaciones y regresiones que los buenos lectores, la segunda propuesta es que las habilidades oculomotoras aleatorias y mal desarrolladas que se observan en los malos lectores son secundarias a las anomalías del lenguaje que provocan problemas en la lectura, por lo tanto, las dificultades en la lectura por sí mismas provocan movimientos oculares erráticos e inconsistentes (Inhoff, 1984).

Ejercicio 20. Modelos para trabajar en el aula.

Sin embargo, no podemos olvidar que todos los ejercicios visuales que se proponen, tienen como objeto mejorar la lectura, y es importante saber que, durante la lectura, los movimientos oculares están integrados en un proceso cognitivo más alto que incluye procesos psicológicos básicos, como atención, memoria y la utilización de la información visual recibida.

Antes de comenzar a realizar los ejercicios con los alumnos, debemos decir que, con respecto al entrenamiento del control ocular, Frazier y Rayner (1982) subrayan que los datos obtenidos sólo a través de los ojos no proporcionan conocimientos adecuados sobre el lugar y la orientación en el espacio, por lo que el control visual se debe igualar con los patrones generales, motores y cinestésicos, que el niño ha aprendido. Como afirma este autor, de lo anterior se deduce, que el niño debe obtener cierta competencia en sus factores motores antes de que logre el control ocular. Siguiendo a Frazier y Rayner (1982) y sus publicaciones, en las que presentó cinco etapas en el entrenamiento de la búsqueda ocular, y que sirven como base de la terapia, nombramos los ejercicios que se realizaron antes de realizar los juegos oculomotores.

En un primer momento, se le enseña al niño a que siga un lápiz con los ojos, mientras que éste es movido primero lateral y luego verticalmente y después diagonal y rotativamente. Estos últimos movimientos son más difíciles y no se realizaron hasta que nuestros alumnos pudieron situar los movimientos verticales y laterales. Seguidamente se utiliza una pequeña linterna del tamaño de una pluma, de manera que la intensidad del estímulo visual aumenta y se practican los mismos movimientos, a continuación, se sigue con la linterna y con los mismos movimientos pero, ahora, el niño sigue la luz con el dedo y simultáneamente con los ojos. En la siguiente etapa, cuarta, la única diferencia estriba en que el niño ha de colocar el dedo sobre la luz y moverlo junto con ésta. Aquí se aumenta la estimulación cinestésica y táctil, así como en la segunda etapa se aumenta la estimulación visual. Sin embargo, en este momento no sólo se incrementa la intensidad del estímulo, sino que se correlaciona con otros estímulos, esto es que el estímulo kinestésico, de por sí intensificado, se asocia con el estímulo visual. En la etapa final se utiliza una pelota que primero es grande y luego pequeña; se sostiene la pelota entre las palmas y el niño hace lo mismo en los dos espacios intermedios. Luego, se gira la pelota realizando movimientos laterales, verticales, diagonales y rotatorios, llevando las manos del niño junto con él y diciéndole que contemple la pelota mientras se va moviendo. Frazier (1982) hace varias observaciones respecto a este quinto estadio, ya que se aumenta la información kinestésica táctil, se emplean ambas manos y cómo se va guiando la pelota puede crear resistencia, lo que a su vez acrecienta la estimulación táctil, cuando el niño presiona dicha pelota.

Referencias

Programa informático diseño de ejercicios visuales

Print Artist Gold Edition versión 25

The Fast, Easy and Fun Way to Create Spectaular Print Projects! 25.0.0.6

Copyright 1997-2013 Nova Development and its licensors. Portions of this product were created using LEADTOOLS

Copyright 1991-2013 LEAD Technologies, Inc. All rights reserved

Referencias bibliográficas

Abel, L.A, Schmidt, D, Dell O´sso, L y Daroff, R. (1978). Saccadic system plasticity in humans. *Am Neurology* (4), p. 313.

Acuña Castroviejo, C. (Febrero 2001). Bases neuronales de la percepción visual. En *Archivos de la Sociedad española de Oftalmología* Nº2 febrero, 2001.

Adams, M.J. (1982). Model of Reading. En J.F. le Ny y W. Kintsch (eds). *Language and comprehension. Amsterdam*. North Holland 70-85.

Adams, M. J y Collins, A. (1977). *A schema-theoretic view of reading.Teach Report nº 32*. Urbana. University of Illionis, Center of studies of reading.

Ajuriaguerra, J.(1985). L´evolution des synanesis chez l´enfant. *Press medicale*, 39 pág 817-819, 1ª edición 1955.

Ajuriaguerra, J. y Otros.(1980). *La Escritura del Niño. Vol. 1: La evolución de de la escritura y sus dificultades*. Ed. Laia. Barcelona, 1980.

Allport, A. (1993). *Attention and control; Have we been asking the wrong question? A critical review of twenty five years*. Attentional and Performance XIV. Cambridge, Ma, MIT, Press.

Alonso, J y Mateos, M. (1985). *Comprensión lectora: modelos, entrenamiento y evaluación. Infancia y aprendizaje*. 31-32,5-17. Madrid. Aprendizaje.S.A

Alonso, M y Matilla, L. (2001). *Imágenes en acción; análisis y práctica de la expresión audiovisual en la escuela activa*. Tres cantos, Madrid, Akal, 2001.

Alonso, J. (1992). *Leer, comprender y pensar; Nuevas estrategias y técnicas de evaluación*. Madrid. CIDE.

Anderson, H y Dearborn, G.(1951). *Creativity as personality development. En H.H. Anderson, (eds), Creativitiy and its cultivation*. New York, Harper and Brothers, 1951.

Anderson, R.C y Wison, P.T. (1986). What they don't know will hurt them, the role of prior knowledge in comprehension, en J. Orsanu, de *Reading Comprehension*. Hillsadale, N.J. Erlbaum.

Anderson, R. C y Rudell, A. (1994). Research on science teacher education. En G.L, Gabel (ed). *Handbook of research on science teachin and learning*, pág 2-44. Nueva York: Macmillan.

Anguera, M.T. (1981). La observación I: Problemas metodológicos. En R.Fdez Ballesteros y J.A.I. Carrobles (Eds). *Evaluación conductual. Metodología y aplicaciones*. Madrid. Pirámide.

Antonini, M y Pino, J. (1991). Modelos del proceso de lectura: descripción, evaluación e implicaciones pedagógicas. En puente, A. (Comp). *Comprensión de la lectura y acción docente*. Madrid. Pirámide.

Archova, O y Patosova, A (1996). *Cognitive psychology in environmental research. Stud. Pyschol*, 38, pp. 131-140.

Arden, G.B y Constable, P.A (2006). *The electro-oculogram. Program Retin Eye Research*, 25, pp. 207-48.

Atkinson, R.C y Shiffrin, R.M.(1968). Human memory; A proposed system and -272.its control processes. En Spence, K.W (ed) *The Psychology of Learning and Motivation; Advances in Research and Theory*, vol 2. Nueva York. Academic Press.

Atwell, N. (1987). *In the middle: Writing, reading and learning with adolescents*. Montclair. Nueva Jersey; Boynton, Cook.

Ausubel, D.P.(1960). The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *Journal of Educational Psychology*, 51, pág 267

Avellá Rubio, E y Fernández Sánchez, D.(2007). *Aprendizaje de la lecto escritura*. Universidad Nacional de México. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, 2007.

Baddeley, A.(1990). *Human Memory; Theory and Practice.* Hillsdale, LEA.

Baddeley, A. (1982). *Su memoria, cómo conocerla y dominarla*. Madrid. Debate.

Balioh, R; Yeerd, W. y Honrubia, V.(1980). Optokinetic nystagmus and parietal lobe milesions. *Am neurology* 7, pp. 269-276.

Ball, E.W. (1993). P*honological awareness: What´s important and to whom? Reading and Writing*, 28, pp. 731-751.

Baridini, R.(1982). La formación visual en el análisis optométrico. Madrid. Colegio Nacional de Ópticos Optometristas, 274-279.

Barlow, R. (Junio, 1990). La información del cerebro al ojo. *Investigación y Ciencia,* nº 165, p. 68.

Barlow, H.B; Blackemore, C y Pettigrew, J.D.(1967). The neural mechanism of binocular depth discrimination. *Journal Physiology*, 193, pp. 327-342.

Barraga, N.(1997). *Textos reunidos. Madrid Organizacion Nacional de Ciegos Españoles* (ONCE).

Baumann, J.F. (1985). La eficacia de un modelo de instrucción en la enseñanza de la comprensión de ideas principales. *Infancia y Aprendizaje,* 31-32, 89-105.

Baumann, J.F.(1990) (Ed). *La comprensión lectora.* Madrid. Visor.

Beal, C; Connors, A y Paradiso. (1996). The role of comprehension monitoring in children´s revision. *Educational Psychology review*, 8, pp. 219-238.

Bear, M; Connor,B y Paradiso, M.(1998). *Explorando el cerebro. Neurociencia*. Barcelona, arson y Williams & Wikins, 1998

Belmont, J.M. y Butterfield, E.C.(1977). The instructional approach to developmental cognitive re-

search. En R. Rail and Hagen, J. *Perspectives of memory and cognition*. N. Jersey: LEA.

Beltrán, J.et.al(1990). *Psicología de la educación*. Madrid. Eudema, 1990.

Beltrán, J; García Alcañiz; Moraleda; González y Santiuste, (2003). *Estrategias de aprendizaje. Revista de Educación* Nº 332 pág 55-75. Ministerio de Educación y Cultura. Madrid, 2003.

Bender, L.(1975). *El test gestáltico visomotor*. Buenos aires. Paidós.

Bernstein, G. (1967). *The coordination and regulation of eye movements*. Oxford. Pergamon Press. Citado en Linaza y Maldonado 1987. Op cit, p. 50.

Bereiter, C y Scardamalia, M. (1978). *The psychology of written composition*. Mahwah, Nueva Jersey; Erlbaum.

Blanco-Díaz, M; León- Martínez, N; Mendoza, A y Pinzón- Amado, A.(2006). *Software para la caracterización y análisis estadístico de la señal sacádica electrooculográfica*. Universidad Industrial de Santander, 2006.

Bloom, B. S. (1985). Developing talent in young people. Nueva York: Ballantine Books.

Boff, K; Kauffman, L y Thomas.(1986). *Manual de percepción y rendimiento humano*. Vol. 1, pp. 1-57. Nueva York: Wiley.

Borel- Maisonny, S.(1951). L*es troubles du language dans les dyslexies et les dysorthographs*. Enfance, 1951

Borrás, M.R y Pacheco, M.(1997). *Visión binocular diagnóstico y tratamiento*. Edición UPC. 1997.

Borrás García,R. y otros.(1995). Estudio clínico sobre la flexibilidad de acomodación. *Gaceta Óptica* nº 283, pp.16-20.

Borsting, E. (1995). Measure of visual attention in children with and without visual efficiency problems. *Journal of Behavioral Optometry*. Vol.2, No, 283, pp.16-20.

Borsting, E. y otros.(1994). Detecting learning related visual problems in the primary care setting. *Journal of the American Optometric Association*. Vol. 65, Nº 9, pp. 642-650.

Bouma, H y DeVoogd, A.(1974). On the control of eye saccades in reading. *Psychological Review* pp. 273-284

Bournon – Madiginier, M.(1987). Examen electro-oculograhique, intéret clinique dars l´exam orthoptique. *Fr d´Orthoptique*, 19, pp. 52-64.

Bower,G.H; Clark, M.C; Lesgold, A.M y Wunzenz, D.(1969). Hireachical retrieval schemes in recall of categorized word list. *Journal of Verbal Learning and Verval Behavior,* 8, pp. 323-343.

Bransford, J.D. (1986). Teaching thinking and problem solving. *American Psychologist*, 41, pp. 1078-1089.

Bravo, L (1985). *Enfoque neuropsicológico de las dislexias y el retraso lector*. Madrid. Santillana. 85-102.

Brine, B y Fielding-Barnsley, R. (1991). Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children. *Journal of Educational Psychology*, 83, pp. 451-455.

Briones Vázquez, R. y otros.(1991). Visión infantil. *Ver y oír*. Nº 57, pp. 61-67, y Nº 58, pp. 33-36, 1991.

Brodney, A; Pozil, R; Mallinson, K y Kehoe, P.(2001). Vision terapy in a scholl setting. J*ournal of behavioral Optometry,* Vol. 12.

Broese, A; Holthausen, E, Van den Bosch, R y Van der Boer, J. (2001). A saccadic eye movement study, *Journal of bevarioral Optometry*, 103, pp. 167-178.

Brown, P.J y Wald, G.(1964). Visual pigments in single rods and cones of human retina. *Science* nº 144.

Brown, A. L y Palincsar, A. S.(1982). Inducing strategic learning from texts by means of infomred, self-control training. *Topics in Learning and learning Disabilities*, 2, pp. 1-18.

Bruce, V y Green, P.(1985). *Visual Perception*, Mahwah, Nueva Jersey: Erlbaum.

Bruning, R.H; Schraw, G.J y Ronning, R.R.(1990). *Cognitive psychology and instruction*. Traducción, adaptada y ampliada. F. Justicia New Jersey EEUU. (1990)

Bryant, P y Bradley, L.(1998). *Problemas infantiles de lectura*. Madrid. Alianza.

Buckingham, T.(1993). *Visual problems in childhood*. Butterworths- Heinemann, Boston 1993.

Bullier, J y Girard. (1993). El cerebro en tiempo real. *Mundo Científico* nº 129, vol. 12.

Bus, A.G. y Van Ljezndoorn, M.H.(1999). Phonological awareness and early Reading: A Meta-Analysis of experiemental training studies. *Journal of Educational Psycology*, 91, 3, pp. 403-414.

Buser, P e Imbert, M.(1992). Vision, *The MIT Press*, Cambridge.

Cabranes, M.(2002). *Apuntes de Entrenamiento visual*. Centro de Optometria Internacional, 2002.

Cairney, T.H. (1992). *Enseñanza de la comprensión lectora*. Madrid. MEC- Morata.

Calfee, R y Patrick, C. (1995). *Teach our children well*. Starltord, California; Stanford Alumni Association.

Calkins, L.M. (1986). *The act of teaching writing*. Portsmouth, N.H, Heinemann.

Calkins, L.M; Iacono, W y Curtis, C.(2003). Smoth pursuit and antissacade deficits in schizoprhrenia, and MRI study. *Journal of Psychiatry Research*, 40, pp. 606-612.

Caloroso, E.(1988). DE. Una estrategia secuencial para lograr la binocularidad funcional en el estrabismo. *Journal of the American Optometric Association 1998*, 59, pp. 378-87.

Caloroso, E y Rouse, M.(1993). *Manejo clínico del estrabismo*. Boston: Butterworth-Heinemann.

Capilla, P. (1995). *Óptica fisiológica*. 1ª edición Interamericana. Mc Graw Hill.

Carey, L y Flower, L. (1989). Cognition and writing; The idea generation process. En J.A. Glover; R.R. Ronning y C.R. Reynolds (eds). *Handbook of creativity*, pp. 305-321. Nueva York. Plenum.

Caron y Caron. (1981). *Desarrollo de la percepción*. Editorial panamericana.

Carlson, V. (1977). Instructions and perceptual constancy judgments. En W. Epstein (ed). *Stability and constancy in visual perception: Mechanisms and processes*. New York.

Carpenter, P. A. y Just, M. A. (1977). Reading comprehension as eyes see it. In M.A. Just y P.A. Carpenter (ed). *Cognitive Processes in comprehension*. Hillsdale, N.J. Earlbaum.

Carpenter, P. A y Just, M. A.(1983). What your eyes do while your mind is reading. En K.Rayner (Ed.) *Eye movement in reading*. New York: Academic Press.

Carreiras, M, Garnham, A y Oakhill, J. (1990). *Linguistic and content-based representations in the interpretating of pronouns*. Villa Como, Italy, September 15-19.

Carroll, J. R. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, Vol. 64.

Catalá, G, Catalá, M, Molina, E, Monclús, R. (2008). *Pruebas de evaluación de la comprensión lectora*. Grao. Barcelona.

Chall, J, Jacobs y Baldwin, (1990). *Learning to read. The great debate*. New York. Mc Graw- Hill.

Charles, E y Shearer, O.D.(1988). Prueba visual de seguimientos Visual tracking. Vision tutor home Therapy Series. *Journal of the American Optometric Association*, Bernell.

Chase, W.G. (1987). Visual information processing. En K.R. Boff, L. Kauffman y J.P, Thomas. *Handbook of perception an human performance*, Vol. 2. Information procesing, pp. 28-60. Nueva York, John Wiley.

Checa, E et, al (1998). El aprendizaje de la lectura. En Trianes, M.V. y Gallardo, J.A. P*sicología de la educación y del desarrollo*. Madrid. Pirámide.

Chen, H. C.(1983). *Reading normal versus rapid, sequential text formats: Effects of test structure and reading ability*. Technical Report nº 122, Institute of Cognitive Science, University of Colorado.

Chomsky, N. (1957). *Syntactic structures*. La Haya. Paises Bajos; Mounton.

Chomsky, N. (1976). *Aspectos de la Teoría de la Sintaxis*. Ed. Aguilar. Madrid. 1976.

Chomsky, N. (1976). *El Análisis formal de los Lenguajes Naturales*. Alberto Corazón Editor. Madrid.

Chomsky, N. (1978). *El Lenguaje y el Entendimiento*. Ed. Seix Barral. Barcelona.

Chomsky, N. (1986). *Conocimiento y Libertad*. Ed. Planeta-Agostini. Barcelona.

Ciufreda, D.J. (1977). *Eye movements in Amblyopia and Strabismus*, Ph. D. dissertation, School of

Optometry. Berkeley: University of California.

Ciufreda, D.J. Goldrich, S.G. (1983). Oculomotor biofeedback therapy. *International Rehabilitation Medicine*, 5, pp. 111-17.

Ciufreda, K.J.(1994). Reading eye movements in patiens with oculomotor disturbances. En Ugge, J y Lennerstrand, G (ed.). *Eye Movements and Reading, pp. 163-188*. New York: Pergamon Press.

Ciufreda, K.J y Tannen, B. (1995). *Eye movement basics for the clinical*. St Louis Missouri. Mosby.

Clemente, M y Dominguez, A.B.(1999). *La enseñanza de la lectura*. Madrid. Pirámide.

Colarusso, R. (1980). *Test de percepción visual no motriz*. Editorial Panamericana.

Coltheart, M; Davelaar, E; Jonasson, J y Besner, D.(1977). Acces to internal lexicon. En S. Dornic (ed): *Attention and Performance VI*, Hillsdale. LEA.

Colomert, T y Camps, A. (1996). *Enseñar a leer, enseñar a comprender*. Madrid. Celeste. Ediciones.

Conners, C.K.(1971). Cortical visual evoked response in children with learning disorders, *Psychophysiology*, 7 - 3.

Conry, R y Plant, W. (1965). WAIS and group test prediction of an academic success criterion; High school and college. *Educational and Psychological Measuroment*, 25, pp. 493- 500.

Cooper, J.D. (1990). *Cómo mejorar la comprensión lectora*. Madrid. MEC- Visor.

Craik, F.I y Lockhart, R.S. (1972). Leves of processing; A framework for memory research. *Journal of Experimental Psychology*: General 194. pp. 671-684.

Cratty, R.J. (1996). *Motricidad y psiquismo*. Valladolid. España.

Crescelli, F; Shata; O´Hall y Allen, H.(1969). *Human visual purple. Natura*, 172.

Crick, F.H. (1979). Thinking about the braim. *Science Journal,* 241, pp. 219-233.

Critchley, M. (1970). *The dyslexic child*. Londres, Heinemann Medical Books.

Crystal, D. (1977). *The encyclopedia of language*. Cambridge, R.U: Cambridge University Press.

Cristenson, G.N. y otros.(1991). Validity of the dislexia screener. *Optometry and Vision Science*, Vol. 68, Nº 4, pp. 275-281.

Cross, D y Paris, S.(1988). Developmental and instructional analyses of children´s metacognition and reading comprenhension. *Journal of Educational Psychology*, 80, pp. 131-142.

Cuetos, F.(1996). PROLEC, *Evaluación de los procesos lectores*. Madrid. TEA.

Cuetos, F y Mitchell, D.(1988). Cross-linguistic differences in parsing: Restrictions on the suse of the Late Closure strategy in Spanish. *Cognition*, 30, pp. 73-105.

Cummings, E y Faw, T.(1976). Short term memory and equivalence judgements in normal and retarded readers. *Child Development*, 47.

Dacey, J.S (1989). *Fundamentals of creative thinking*. Lexington, M.A, d.C. Heath.

Daneman, M y Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19.

Damasio, A.R. (1985). Disorders of complex visual processing: agnosias, achromatosia, balint´s syndrome and related difficulties of orientation one construction. *Principles of Behavioral Neurology.* Philadelphia.

Davson, H. (1980). *Physiology of the eye*. Academic Press: Nueva York y San Francisco.

Decroly, O. (1925). *La Liberté et l´education*. París: École del L´Emitage.

De la Cruz, M.V. (1999). *Evaluación de la comprensión lectora*. Madrid: TEA.

Decalato, C. (1985). *Diagnóstico y Tratamiento de los problemas de lenguaje y lectura*. Madrid: Sociedad Española de Optometría.

Dejerine, J. (1982). *Síndrome talámico Dejerine-Roussy*. Filadelphia: Lea & Febiger.

Delgado García, J.M. (1992). Sistema motor ocular. En Tresguerres, J.A.F (Ed.) *Fisiología Humana*. Madrid: Interamericana Mc Graw Hill.

Demer et. Al. (2005). *Teoría extraorbicular por poleas*. New York: Science of Optometry.

Demer,J.L; Miller, J.L; Poukens, V. (1996). Surgical implications of the rectus extraocular muscle pulleys. *Journal Pediatric Ophthalmol Strabismus*, 33, pp. 208-18.

Demer, J.L; Miller, J.L y Poukens, V. (1995). Evidence for fibromuscular pulleys of the recti extraocular muscles. *Investigation Ophthalmol Vis Science*, 36, pp. 1125-36.

Demer, J.L; Poukens, V; Miller, J.M y Micevych, P.(1997). La inervación de la polea extraocular del músculo liso en los monos y seres humanos. *Investigación Ophthalmology*, Vis, Sci 38, pp. 1774-1785.

Demer, J.L; Oh, S y Poukens, V.(2000). La evidencia del conrol activo de los músculos extraoculares recto en poleas. *Investigation Ophthalmology*, Vis Sci 41, pp. 1280-1290.

Dempter, F.N. (1981). Memory span; Sources of individual and developmental differences. *Psychological Bulletin*, 89, pp. 63-100.

DeMyer, W. (1980). *Tecnique of the neurologic examination: a programmed text*. New York: McGraw Hill.

Descarries, T; Readder, P; Jaspe, H y Allen, R. (1999). *La inervación de la monoamino corteza cerebral*. pp. 321-349. Nueva York.

De Valois, R. Abramov, I y Jacobs. (1996). Analisis of response patterns of LGN cells. J*ournal of Optical Society of America* nº 56, pp. 966.

De Vega, M; Carreiras, M, Gutierrez, M y Alonso, M.(1990) *Lectura y comprensión: Un enfoque cognitivo*. Madrid: Alianza Editorial

Dewitz, R; Carr, E y Palberg, J. (1987). Effects of inference training on comprehension and comprehension monitoring. *Reading Research Quartely*, 22, pp. 99-119.

Ditchburn, Y.B y Ginsborg, B.L. (1952). *La estabilización de la mirada retiniana*. Universidad de Reading, Press.

Donovan, C.A.(1996). First graders impressions of genre-specific elements in writing narrative and expository text. En D. Ley, K. Hinchman y C. Kinzer (eds), *Literacies for the 21st Century; forty fifth yearbook of the National reading Conference*, pp. 183-194. Chicago: National Reading Conference.

Dondis, D. A. (1988). *La Sintaxis de la Imagen. Introducción al Alfabeto Visual*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.

Domínguez, I; Escolar de la Torre, C; Gómez, E y Ronda F.(2002). *Terapia visual en la escuela*. Centro Optométrico Internacional.

Downing, J. (1978). Learning to read in different languages and varying cultural backgrounds. University of Victoria, Columbia British, 1978.

Downing, J y Thackray, V. (1974). *Madurez para la lectura*. pp. 252. Buenos Aires: Kapelusz.

Dunn, K.P y Pirozzolo, F.J. (1984). Eye movement in developmental dislexia. En R.N. Malatessa y H.A. Whitaker (eds): *Dyslexia A global Issue,* pp. 90-95. La Haya. Martinus Nijhoff Publishers.

Dykstra&Tinney. (1969). *Reading sex-role attitudes in preschoolers*. University Stanchifield, Press.

Edward, R; Alley, J y Sinder, W. (1971). *Control supranuclear en los movimientos oculares*. California University Press. Los Angeles. USA.

Egger, T. (2007). Eye movement recordings; methods.Dev. Ophthalmology, 40 pág 15-34.

Ehrlich, S y Rayner, K. (1983). Pronoun assignment and semantic integration during reading: Eye movements and inmediatily of processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, pp. 75-87.

Ehrlich, S y Rayner, K. (1981). Contextual effects onword perception and eye movements during reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, pp. 641-655

Eisenberg, L. (1966). Reading retardation. *I Psychiatric and sociologic aspects pediatrics*, 37, 2, pp. 352-365.

Emery, L; Green, W; Wyllie, R y Howell, R. (1971). Opacificación de la cornea en GM1 generalizada.

Archivos de Oftalmología, 85, pp. 177. Sociedad Española de Oftalmología.

Englehart, M.D; Furst, E.J; Hill, W.H y Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives, cognitive domain*. Nueva York: Mac Kay.

Eriksen, C.W. (1990). Attentional search of the visual field. En Brogan, D. (ed) *Visual Search*. Londres: Taylor & Francis.

Etchepareborda, E. (2001). Sustrato biológico y evaluación de la atención. *Revista de Neurología Clínica*.

Ettinger, U, Pichelioni, M; Hall, M; Schulze, K; Toulopoulu, T y Landan, S. (2007). Antissacade performace in monozygotic twins. *Journal Psychiatry*, 163, pp. 543-545.

Eysenck, M.W y Eysenck, M.C.(1980).Effects of processing deph, distinctiveness and word frequency on retention. *British Journal of Psychology*, 71, pp. 263-274.

Fernández Peña, F.J. (1991).Cómo mejorar la visión en la escuela. *Gaceta Óptica*, Nº 235, pp. 6-11.

Ferré, J y Aribau, E. (2002). *El desarrollo neurofuncional del niño y sus trastornos*. Barcelona: Lebón.

Ferreira, F y Clifton, C.(1986). The independency of syntactic processing. *Journal of Memory and Language*, 25, pp. 348-368

Ferreira, F y Henderson, G. (1990). The use of verb information in syntactic parsing: Evidence from eye movementes and word-by-word self-paced reading. *Journal for Experimental Psyc hology: Learning, Memory and Cognition.*

Fijalkow, J y Simons, J. (1978). Performances en mémoire inmédate de groupes d´infants contastés en lectura. *Psychologie de l´education,* 4.

Finucci, J; Guthrie, J; Childs, A; Abbey, H y Childs, B. (1976). The genetics of specific reading disability. *Annals of Human Genetic*, 40. Londres.

Fischer, B. (2004). Aprender a mirar. En *Mente y cerebro*. *Prensa Científica* Nº7 2º Trimestre.

Florence, J. (1983). Coordinación óculo-segmentaria. En *Dossier Pedagógico 1º edición Gymnos* nº 2.

Flower, L y Hayes, J.R. (1984). The representation of meaning and writting. *Written Comunication*, 1, pp. 120-160.

Forster, K.(1976). Accesing the mental lexicon. *Journal of neurophysiology*.

Forster, K.I.(1970). Visual perception of rapidly presented word sequences of varying complexity. *Perception and Psychophysics,* 8, pp. 215-221.

Forster, K. I.(1981). Priming and the effects of sentence and lexical contexts on naming ti me: evidence for autonomous lexical processing. *Quaterly Journal of Experimental Psychology*, 33A, pp. 465-495

Frazier, S y Rayner, K. (1992). *Ultrasound of the eye and orbit*. St Louis: Ed Mosby.

Frazier, L y Rayner, K. (1982). Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences. *Cognitive Psychology*, 14, pp.178-212.

Fredericks, A.D Y Taylor, D. (1991). *Los padres y la lectura. Un programa de trabajo*. Madrid: Visor.

Freire, P. Y Macedo, D. (1989). *Alfabetización. Lectura de la palabra, lectura de la realidad*. Madrid: Paidós- MEC.

Frith, U. (1989). Aspectos piscolingüísticos de la lectura y la ortografía, Evolución y trastorno. En *Simposio sobre Lectura* en la Universidad de Salamanca (Salamanca, 1989).

Frisby, J.P. (1987). Del ojo a la visión: ilusión, cerebro y mente. *Center for Studies in Behavioral Neurobiology*. pp. 84-206.

Frostig, M. (1993). Discapacidades específicas de aprendizaje en niños. Buenos Aires: Ed. Panamericana.

Frostig, M y Horne, D. (1964). *The Frosting Program for the Development of Visual Perception.* Teacher´s guide. Chicago.

Frostig, M. Horne, D. y Miller, A. (1989). *Programa para el desarrollo de la percepción visual*. Madrid:

Editorial Medica Panamericana.

Frostig, M; Maslow, P; Lepever, D y Whittlesey, J. (1963). *The Marianne Frostig Development test of visual perception*. Palo Alto, California.

Frostig, M.(1964). *Test de Développement de la Perception Visuelle*. París: Editions du Centre de Psychologie Apliquée.

Frostig, M.(1980). *Figuras y Formas. Libro del Maestro. Programa para el Desarrollo de la Percepción Visual*. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

Frostig, M.(1980). *Figuras y Formas. Libro del Niño. Programa para el desarrollo de la percepción Visual*, Vol. I, II y III. Buenos Aires: Ed. Médica Panamericana.

Gaceta Óptica, varios- Nº 300, Mayo 2002. *Características de los movimientos oculares durante la lectura*.

Gagné, R.M. (1965). The analysis of instructional objectives for desing of instruction. En R. Glaser (ed), *Teaching machines and programmed learning*. Vol 2. Washington, D.C pp. 32-41.

Galaburda, A.M. (1991). Anatomy of dislexia; arguments against phrenology. En Duane d. y Gray, D (Eds) *The reading brain: The biological basis of dyslexia*. Nueva York: Parkon Press.

Galifret- Granjon, N. (1951). *Le problema de l´organisation spatiale dans les dyslexies d´evolution*. Enfance.

Gallego, A. (1977). Participación de las células horizontales y amacrinas en el procesamiento de la información visual. *Neurobiología* nº 25, Fundación Juan March, pp. 41-54.

Gallego, A y González, F. (1992). Vision III. Vías y centros visuales. Visión de la forma, el movimiento y el color. Visión binocular. En *Fisiología Humana*, pp. 250-293. Madrid: Ed, Tresguerres, J.A.F. Interamericana. Mc Graw Hill.

García Castellón, C. (2006). *Funcionalidad Visual en los procesos lectores*. Madrid.

García Castellón, C; Fodor, E y Morán, M.(2008). *Todo un mundo de sensaciones*. Madrid: Anaya.

García Castellón, C; Martín Lobo, P. (2007). *Relación entre disfunciones oculares y lectura. A.D.I. Ayuda al desarrollo de la inteligencia*. Madrid.

García Castellón, C. (2007). *Ejercicios visuales relacionados con la lectura*. Centro Acu Vision, Madrid.

García Nuñez, J. A. (1981). *Educar para escribir*. Madrid: Ed. Nuestra Cultura.

Genovart, C. (1975). Movimientos oculares y aprendizaje. *Anuario de psicología* nº 11.

Gessel, A. (1950). *Vision and its Development in Infant and child*. New York: Paul Hoeber.

Geschwind, N. (1968). Neurological foundation of language en H.R. Myklebust (ed.) *Progress in learning disabilities*, Vol I. New York: Grune et Stranton.

Gibson, S y Dembo, M.H. (1984). Teacher efficay; a construct validation. *Journal of Educational psychology*, 76, pp. 569-582.

Gibson, E y Spelke, E. (1983). The development of perception. En J. H. Flavell y E.M. Markman (eds). *Handbook of child psychology*, vol. 3, pp. 1-76. Nueva York: John Wiley.

Gilmann, G. (1991). Optometria de la Conducta. Colegio Nacional Ópticos-Optometristas (CNOO).

Gilmann, G. (1991). Training and Myopia preventions a case report. *Optometria, Weekly*, 8: 11, pp. 38-42.

Gimeno Sacristán, J. (1986). *Teoría de la Enseñanza y Desarrollo del Currículo*. Salamanca: Anaya.

Girolami, A. (1980). *Prevención de la dislexia y la disortografía*. Buenos Aires: Paidós.

Glaser, J.S.(1993). *Neuroftalmología*, pp. 37-39, 269-284. Barcelona: Ediciones científicas Técnicas.

Glickstein, M.(1988). El descubrimiento de la corteza visual. *Investigación y Ciencia* nº 156, pp. 88.

Glover, J; Plake, B y Zimmer, J. (1982). Distinctiveness of encoding and memory for learning task. *Journal of Educational Psychology*, 74, pp. 189-198.

Goddard, S.(1995). The role of primitive survival reflexes in the developmet of the visual system. *Journal of Behavioral Optometry*. Vol. 6, Nº.2 pp. 21-25.

Golden, D y Baddeley, A. (1975). Context depedent memory in two natural environments. *British Journal of Psychology*, 66, pp. 325-331.

Golden, N.E. y Steiner, S.R. (1969) Auditory and visual function in por readers. *Journal of Learning Disabilities*, 21, pp. 476-481.

Goldstein, E.B, (2001). *Sensación y Percepción*. University fo Pittsburg: Ed. Thomson.

Gonzalez, M.D. (1984). *Dificultades en el aprendizaje de la lectura*. Madrid: CIDE.

Goodman, K.S. (1976). Reading. A psycholinguistic guesising game. En Singer, H y Ruddell R.B. (Eds) *Theoretical models and processes of reading*. Newark: International Reading Association.

Goodman, K.S. (1970). Behind the eye: What happens in reading. En K.S Goodman y O.S. Niles (eds) *Reading; Process and program,* pp. 141-160.

Goodman,K.S. (1979). En L.B. Resnick y R.A Weaver, *Theory and practice of early Reading*. International Reading Association.

Gouras, P y Zrenner, E. (1981). Color coding in primate retina. *Vision Res* nº 21, pp. 1591-1598.

Gough, P. B. (1972). One second of reading. En E. Kavanagh y I. G. Mattingly (eds). *Language by ear and by eye*, pp. 331- 358. Cambridge: MIT Press.

Guthiere, J y Wigfield, A.(1977). *Reading engagement; Motivating readers through integrated instruction*. Newark, DE: International Reading Association.

Graham, S y Harris,K.R. (1989). Components analysis of cognitive strategy instruction; Effects on learning disabled students compositions and self-efficacys. *Journal of Educational Psychology*, 81, pp. 353-361.

Griffin, J. (2002). *Binocular Anomalies diagnosis, vision and therapy*. Butterworth Heinemann.

Griffin, J.R. (1982). *Binocular anomalías: procedimientos para la terapia de la visión*. Chicago: Prensa Profesional.

Graeser, A y Nakamura, G. (1982). The impact of a schema on comprehension and memory. En G.H. Bower (Ed.) *The Psychology of Learning and motivation*, vol. 16. Nueva York: Academic Press.

Graves, D. H. 1983). *Writing: Teachers and children at work*. Portsmouth, N.H; Heinemann.

Groffman, S. (2000). Vision Therapy: A luxury? *Journal of Optometry. Vision Development*, Vol. 131.

Guitton, D. (1991). Control of saccadic eye and gaze movements by the superior colliculus and basal ganglia. En *Vision y Visual Dysfunction*, vol. 8, Eye movements, pp. 244-276

Guerrero, A. (Noviembre, 2008). Parálisis cerebral; más alternativas. *Journal of Neuropsychology*.

Gutierrez Calvo, M y Carreiras, M. (2000). Effects of sentence importance on text recall and recognition: the inferential hypothesis. *European Journal of Cognitive Psychology* (in press)

Haberlandt, K. (1984). Components of sentence and word reading times. En D. Kieras & M. Just (Eds.) *New methods in comprehension research*. Hillsdale,N.J.: LEA

Haberlandt, K; Berian, C y Sandson, J.(1980). The episode schema in story processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 19, pp. 635-650.

Haberlandt, K Y Graesser, A. (1985). Component processes in textcomprehension and some of their interactions. *Journal of Experimental Psychology*: General, 114, pp. 357-374.

Habib, M. (1994). *Bases neurológicas de las conductas*. Barcelona: Mason.

Halls, W.D. (1991). La comprensión de la lectura. En Puente, A (Ed.) *Comprensión de la lectura y acción docente*.

Handel, S. (1988). Space is to time as visión is to audition; Seductive but misleading. J*ournal of Experimental Psychology: human Perception and Perfomance*, 14, pp. 315-317.

Harper y Row. (1983). Anillo de Zinn y su relación con el nervio óptico. *Clinical Ophthalmology,* Vol. 3.

Harris, K.R. y Graham, S. (1992). *Helping young writers master the craft; Strategic instruction and self-regulation in the writtin process*. Cambridge, Massachussets; Brokline.

Harris, J.(1969). *Spanish Phonology*. Cambridge, MA: MIT Press.

Harris, J. (1983). *Syllable Structure and Stress in Spanish: A Nonlinear Analysis*. Cambridge, MA: MIT Press.

Harris, J. (1989). *Spanish Stress: The Extrametricality Issue*. Manuscrito, MIT, Cambridge, MA.

Hays, B y Perreira, E. (1972). Effect of visual memory training son reading hability of kindergarten and first grade children. *Journal of Experimental Education*, vol. 41.

Hayes, B. 1989. Compensatory Lengthening in Moraic Phonology. *Linguistic Inquiry,* 20, pp. 253-306.

Henderson, L. (1982). *Orthography and Word recognition in Reading*. Londres Academic Press.

Hidalgo, F. (2003, 2007). *Bachelor Science in Optometry*. Centro Boston de Optometría. Madrid.

Hilgers, T.C. (1986). How children change as critical evaluators of writing. Four, three care estudies. *Research in the Teaching of English*, 20, pp. 36-55.

Hinshelwood, J. (1895). *Wordblindness and visual memory.* Lancet.

Hoffman, L.G. (1980). Incidence of visión difficulties in children with learning disabilities. *Journal of American Optometric Association*, 52, pp. 447-451.

Hoffman, L; Cohen, A y Feuer, G, et al. (1970). Eficacia del tratamiento optométrico para estrabismo en una clínica privada. *Journal of American Academic of Optometry*, 47, pp. 990-5.

Holmes, V.M y O´Regan, J.K. (1981). *Journal of verbal learning and verbal behavior*. American Optometry Association.

Holzman, P.S. (2000). *Eye movement and the search for the essence of schizophrenia*, 21, pp. 350-356.

Hossain, R y Salili, F. (1988). Language differences, working memory, and mathematical ability. En Gruneberg, M.M, Morris, P.E y Skyes, R.N. (eds). *Practical Aspects of Memory: Current Research and Issues*, vol 2. Chichester, Wiley.

Howard, D y Franklin, S. (1994). Three ways for understanding written words, and their use in two contrasting cases of suface dyslexia. En A. Allport, D, MacKay, W, Prinz y E, Scheerer (eds): *Language perception and production*. Londres Academic Press.

Hubel, D.H. (2000). *Ojo, cerebro y visión*. Universidad de Murcia.2000

Hubel, D y Wiesel, T. (1979). Mecanismos cerebrales de la visión. *Investigación y Ciencia*, pp. 100.

Hubel, D y Wiesel, T. (1968). Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex, *The Journal of Physiology*, 195. pp. 215.

Huelsman, C.B. (1970). The WISC subtest síndrome for disabled readers. *Perceptual motor Skills*, 30.

Huerta, E. y Matamala, A. (1990). *Programa de estimulación de la comprensión lectora*. Madrid: Visor.

Huggonier, B. (2006). *Physiology of the eye; strabismus*. Stanford University Press.

Hull, G. (1987). The editing process in writing; A performance stude of more skilled and less skilled college writers. *Research in the Teaching of English*, 21, pp. 829.

Hutton, S y Ettinger,U.(2006). La tarea antisaccade como herramienta de investigación en psicopatología; una revisión crítica. *Psicofisiología*, 43, pp. 302-313.

Hutton, S et.al. (1988). Smoth pursuit and saccadic abnormalities in first episode mental disorders. *Psychology Medical*, 28, pp. 685-692.

Hutton, S; Olincy, A; Harris, J; Sullivan, B y Radant, A.(2002). A smooth pursuit eye movements and attentional dysfunction, ADHD, and normal comparation gruou. *Biology Psychiatry*, 48, pp. 197-203.

Imbert, M. (1983). La neurobiología de la imagen. *Mundo Científico* nº 27.

Ingram, T.S; Manson, A.W y Blackburn, I.(1970). A retrospective study of 82 children with Reading disabilities. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 12, pp. 271-281.

Inhoff, A. W. (1984). Two stages of word processing during eye fixations in thereading of prose. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior,* 23, pp. 612-624.

Inhoff, A. W y Rayner, K.(1986). Parafoveal Word processing during eye fixations in reading: Effects of word frequency. *Perception and Psychophysics*, 40, pp. 431-439.

I.V.F.(1986). *La visión y el niño*. Sociedad Española de Optometría, Burgos, 1986.

Jampel, S y Shy, M.(2006). Individual neuromuscular disorders. *Neurology online and print Journal*.

Javal, E. (1905). La fisiología de la lectura y de la escritura. *Congreso de Psicología*, París.

Jensen, E. (2010). *Cerebro y aprendizaje; competencias educativas*. Narcea, S.A. Madrid, 2010.

Jensen, E. (2004). Teaching with braim in mind. *Revista electrónica: Teoría de la educación* nº 259.

Jimenez, J.E y Ortiz, M.R. (1995). *Conciencia fonológica y aprendizaje de la lectura*. Madrid: Síntesis.

Johnson, R. E. (1970). Recall of prose as a function of structural importance of the linguistic units. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, pp. 12-20.

Johnston, J y McClelland, J. (1974). En Perception of letters in words. *Science* 184.

Jorm, A.F. (1997). Children´s reading precesses revealed by pronunciation latences and errors. *Journal of Educational Psychology*, 69.

Journal of the American Optometric Association.(1988).Vol 59, Nº 2 The efficacy of optometrix visión therapy.

Just, M.A y Carpenter, P.A.(1987). *The psychology of reading and languages comprehension,* pp. 85-107. Boston: Allyn and bacon.

Just, M. A. Y Carpenter, P. A.(1984). Using eye fixations to study reading comprehension. En D. Kieras &M. Just (Eds.) *New methods in comprehension research*. Hillsdale, N.J LEA

Just, M. A; Carpenter, P. A y Woolley, J. D.(1982). Paradigms and processes in reading comprehension. *Journal of Experimental Psychology*: *General*, 111, pp. 228-238.

Just, M.A y Carpenter, P.A. (1980). A theory of reading; From eye fixations to comprehension. *Psychological review,* 87, pp. 329-357.

Julesz, B. (1971). *Foundations of Cyclopean Perception*. University Chicago Press, Chicago.

Kaiser, H.J. (1993). *Atlas del campo visual*. Clínica O.U. Brasil.

Kandele, E. y Schawartz, J. (1985). *Principles of neural science*. Elsevier, Nueva York, Londres.

Kaufman, P. (2003). *Alder´s Physiology of the eye*. Mosby, 2003.

Kaufman, W.E y Galaburda, A.M.(1989). Cerebrocortical microdysgenesis in neurologically normal sujets. *Neurología*, 39, pp. 238. Academia Americana de Neurología.

Kass, C.E. (1996). Pscholinguistic disabilities of children with reading problems. *Exceptional children*, 32.

Kavanagh E. (1981). *Mattingly en Language by ear and by eye*. Nueva York: Elsevier.

Kazdin, A. E. (1994). *Behavior modification in applied setting*. California: Brooks/ Cole.

Kehl; Memphis y Tenn. (1963). *Visual Training and Laboratory Manual*. USA.

Kenneth, A.(2001). *La lectura: un proceso neurológico complejo*.

Kieras, D. E. (1978). Good and bad structure in simple paragraphs: effects on apparent theme, reading time and recali. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 17, pp. 13-28.

Kintsch, W. (1974). *Learning from text: Cognition and Instruction*, 3 pp. 87-108.

Kintch, W. (1974). *The representation of meaning in memory*. Mahwah, Nueva Jersey, Elrbaum.

Kintch, W y Van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, pp. 363-394.

Köhler, W. (1929). *Gestalt psychology.* Nueva York. Liveright.

Kohn, A. (1996). By all available means; Cameron and Pierce´s dfense of extrinsic motivators. *Review of Educational Research*, 66, pp. 1-4.

Kohn, S.E y Friedman, R.B. (1986). Word-meaning deafness. *Science*.

Kojima, T; Matsushima, E; Ohta, K; Toru, M; Han, Y y Shen, Y.(2001). Stability of exploratory eye movements a marker of shizophrenia; a who multicenter studie. *World Health Organization, Schizophrenia Research,* 52, pp. 203-213.

Kolb, B y Whisaw, I. (1990). *Fundamentals of human neuropsychology*. New York: Freeman.

Kuffler, S.W. (1952). Neurons in the retina; Organization, inhibition and excitatory problems. Cold spring Harbor. Simposio en *Quantitative Biology* 17, pp. 281-292.

Kuffler, S.W. (1963). Potencials in action. *Journal of General Physiology*. Cambridge: Mass.

Kuffler, S; Nicholls, S; Martin, D y Wallace, S. (1992). *Ocular degeneration*. *ASGY 2sd Annual Meeting*, Boston Mass.

Kussmaul, A. (1877). Die Störungen des Sprache, en H.V. Ziemssen (De). *Manual de patología y terapia lingüística*. Leizpig.

Laberge, D. (1995). *Attentional Proccesing*. Londres, Harvard University Press.

Lachman, F.M. (1960). Perceptual- motor development in children retarded in reading hability. *Journal of consulting Psichologies*, 24.

Leal, A. (1987). *Construcción de Sistemas Simbólicos: La Lengua escrita como creación*. Barcelona: Ed. Gedisa.

Laundon, R.C.(1992). Visión y aprendizaje. Colección Ciencias de la Visión Nº 2.

Lee, S y Blake, R. (1999). Rival ideas about binocular rivaly. *Vision Res*, 39, pp. 1447-1454.

Le Grand, Y. (1991). *Óptica y fisiología: el ojo instrumento óptico*, Vol. I.

Leibovic, K.N. (1990). *Science of Vision*. Nueva York: Springer-Verlag.

Leigh, R.J; Zee, D.S y Davis, F.A. (1990). *Neurology of Eye movement*. American Optometric Association.

Leighton, O. (2003). Alteraciones de los movimientos oculares. *Recursos de Neurología*.

Leventhal, A.G. (1991). *The neural basic of visual functions*. Macmillan Press. Scientific Medical.

Levi, C.M y Ramsdell, S. (1996). *The science of writing: Theories, methods, individual differences, and applications*. Nueva Jersey: Earlbaum.

Levi, D; Lajonchere, C; Dorogusker, B; Mind, D; Lee, S y Tartaglini, A. (2004). Quantitative characterization of eye tracking dysfunction in schizophrenia. *Schizophrenia Research,* 42, pp. 171-185.

Lewin, K. (1910). La noción de campo; un análisis comparativo. Revista Española de Investigaciones Sociológicas. *Centro de Investigación Sociológica*, Vol. 2009.

Liberman, I; Schankweiler, D; Fisher, F y Carter, B.(1974). Reading and the awareness of linguistic segments. *Journal of Experimental child Psychology*, 18, pp. 201- 212.

Lie, I. (1989). Visual anomalies, visually related problems and reading difficulties. *Optometrie*. Pp.15-20.

Lieberman, S.(1985). The prevalence of visual disorders in a school, for emotionally disturbed children. *Journal Optometry association*.

Lindsay, P.H y Norman, D.A. (1977). *Introducción a la Psicología Cognitiva*. Madrid: Tecnos.

Links, A. (1973). *Visual acuity in the newborn with notes on some objective methods to determine visual acuity.* Doc. Ophthalmol, 34, pp. 259.

Livingstone, M. (Marzo, 1988). Arte, ilusion y sistema visual. I*nvestigación y Ciencia* nº 138, pp. 64.

Livingstone, M y Hubel, D. (1984). Anantomy and physiology of color system in the primate visual cortex. *Journal of Neuroscience*, nº 4, pp. 309

Loomis, J. (1990). Photorreceptors cells. University of California Press, Santa Bárbara. *Percepción y Psicofísica*, 41.

Loomis, J.M. (1974). Patrones de velocidad óptica de las neuronas sensible y la percepción del espacio; una hipótesis. *Percepción*, 3, pp. 63-80.

Loomis, J.M y Lederman, S.J.(1986). Tactual perception. En Boff, K, Kauffman y Thomas, J Eds. *Manual de la percepción y desempeño humano*. Tomo III, cap. 31.

López Taboada, F. (1987). El examen diferencial del niño. *Gaceta Óptica* Nº 190, pp.145-152.

López, S.(1982). *Estrategias de comprensión del lenguaje. El desarrollo de la capacidad metalingüís-*

tica. Infancia y aprendizaje, pp. 12,15-31.

Lorring, R; Rigss, W y Hoyt, W. (1952). *Representación del campo visual*. Brown University Press.

Love, R.J y Webb, W.G. (1996). *Neurología para los especialistas del habla y del lenguaje*.

Luria, A.R.(1973). *The working brain*. Oxford, Londres.

Luria, A. R. (1978). *Cerebro y Lenguaje*. Barcelona: Ed. Fontanella.

Luria, A.R. (1979). *El Papel del Lenguaje en el Desarrollo de la Conducta*. Buenos Aires: Ed. Cartago.

Luria, A.R. (1981). *Sensación y Percepción*. Barcelona: Ed. Fontanella.

Luria, A.R. (1981). *Lenguaje y Pensamiento*. Barcelona: Ed. Fontanella.

Luria, A.R. (1981). *Atención y Memoria*. Barcelona: Ed. Fontanella.

Luria, A. R. (1983). *Lenguaje y Desarrollo Intelectual en el Niño*. Madrid: Ed. Siglo XXI.

Lyons, J. (1971). *Introducción a la Lingüística Teórica*. Barcelona: Ed. Teide.

Lyons, J.(1983). *Lenguaje, Significado y Contexto*. Barcelona: Ed. Paidós Comunicación.

Maccabe, J; Simon, H; Zanelli, J; Walwyn, R; Mc Donald, C y Murray, R. (2005). Saccadic distractibility is elevated in schizophrenia patientes, but not in their unaffected relatives. *Psychology Medical* 35, pp. 1727-1736.

Maldonado, A. et al. (1992). *Retraso en la lectura: evaluación y tratamiento educativo (PEREL)*. Madrid: Ediciones de la Universidad Autónoma.

Malmberg, B. (1982). *Introducción a la Lingüística*. Ed. Cátedra.

Manga, D y Ramos, F et al. (1986). *La aproximación neuropsicológica a la dislexia evolutiva. I. Maduración cerebral. II. Lateralización hemisféricas y aplicaciones educativas. Infancia y Aprendizaje*. pp. 34. 43-75.

Marr, D. (1982). Vision. Nueva York: Freeman. Vision; The pshilosophy and the approach. En A. M. Aitkenhead (ed). Issues in congnitive modeling pág 26-61. Mahwah. Nueva Jersey. Erlbaum.

Martin Lobo, P. (2002). *La lectura. Procesos neuropsicológicos de aprendizaje, dificultades, programas de intervención y estudio de casos*. Madrid: Lebon.

Martín Lobo, P; García Castellón, C; Rodríguez, I; Vallejo, C. (1999). Valoración de factores neuropsicológicos en alumnos con dificultades de aprendizaje. *I Congreso de Neuropsicología* en Internet.

Martín Lobo, P. (2006). *Neuropsicología de la lectura*. Máster en Neurolopsicología y Educación. Villanueva. Madrid.

Martínez Vargas, A. (1999). Estudio sobre la visión del niño. *Gaceta Óptica* nº 217, pp. 247-250.

Masland, R. (Febrero, 1987). Arquitectura functional de la retina. I*nvestigación y Ciencia* nº 125, pp. 56.

Masson, M. E. (1983). Conceptual processing of text during skimming adn rapid sequencial reading. *Memory and Cognition*, 11, pp. 262-274.

McCleand, M; Rumelherat y otros. (1989). Comparison of four methods of assessing visual acuity in Young children. *Optometray and Vision Science*. Vol. 66, nº 6, pp.363-369.

McClung, H. (2006). *Miasténia ocular: Afectación de la musculatura ocular extrínseca*. Saunders Elsevier, 5th ed. Philadelphia, pp. 505-534.

McConkie, G. (1997). Eye movement continget display control: Personal reffections and comments. *Scientific Studies of Reading*, 1, pp. 303-316.

McConkie, G y Rayner, K. (1975). The span of the effective stimulus during a fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 17, pp. 578-586.

McConkie, y Raynner. (1999). One second of Reading. *American Educational Research Journal*, 21.

Meyer, D.E y Schvaneveldt, R. (1971). Facilitation in recognizing pairs of word. Evidence of a dependence between retrieval operations. *Journal of Experimental Psychology*, 90.

Millán, J.A. (2009). *Estudio hábitos de lectura: informe metodológico y resultados*. CIDE.

Miller, J y Reyes, D. (1992). Las fuerzas de los músculos oculares en monos de alerta. *Visión Res*, 32, pp. 1099-1113.

Mirabel, S. (1992). Visual function and perception. *Current Science*, nº 3, pp. 581-587.

Mitchell, D. C. (1979) The locus of the experimental effects in the rapid serial visual presentation (RSVP) task. *Perception and psychophysics*, pp. 143-149.

Mitchell, D.C. (1984) An evaluation of subject-paced reading tasks and other methods for investigating immediate processes in reading. En D.E. Kieras y M.A. Just (Eds.) *New methods in comprehension research*. Nueva Jersey: LEA

Mitchell, S. y Wick. (1994). Tratamiento Clinico de la visión binocular. J.B. Lippincott Company, Philadelphia.

Moguel, S; Ruiz, I y Pedraza, M. (Mayo, 2006). Síndrome de Parinaud. *Redalyc: Cirugía y cirujanos*, nº 003, vol 74.

Morgan, P. (1986). A case of congenital word blindness. *British Medical Journal*, 7.

Morris, C.C. (1990). Retrieval processes underlying confidence in comprehension judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning and Verbal Behavior*, 16, pp. 519-533.

Morris, R.K. (1987). Eye-movement control in Reading. The role of Word lengh and parafoveal letter information. En Gluer, U (Ed). *Fourth European conference son eye movements*, Vol. 1. *Proccedings*, Lewiston, NY. CJ Hogrefe.

Mosses, R; Hart, W y Adler. (1988). *Fisiología del ojo: Aplicación clínica*. Buenos Aires: Panamericana.

Mousave, S; Low, R y Sweller, J. (1995). Reducting cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Research Association*, Nueva Orleans.

Myers, R. (1953). *Sagital in cerebral cortex*. University of Chicago Press.

Nacher, B .(2002). *Apuntes de optometría*. Centro de Optometria Internacional.

Nauta, W.J.H. (1986). Circuitous connections linking cerebral cortex, limbic system and corpus striatum. En Doane bK, Livingston KE (Eds.) *The limbic system: functional organization and clinical disorders*, pp. 43-54. Nueva York: Raven.

Navalon, C et.al. (1989). El papel de la memoria de trabajo en la adquisición lectora en niños de habla castellana. *Infancia y Aprendizaje*, 45, pp. 85-106.

Navarrete, E. (2010). *Lectoescritura; aprendizaje integral*. Madrid: Ediciones Tercera Generación.

Navarro, F. (2008). *Discurso científico-profesional y lecto-escritura*. Buenos Aires: Universidad General Sarmiento.

Navarro, C y Marcos, J. (1995). Uso clínico del test DEM. *Gaceta Óptica* nº 280 pp. 23-28.

Navarro, T. (1977). *Manual de pronunciación española*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Nueva York: Appleton Century Crofts.

Nespor, M y Vogel. (1986). *Prosodic Phonology*. Dordrecht: Foris.

Newman, S.P. Wadswoth, J.F y Archer, R. (1985). Ocular dominance, reading and spelling ability in schoolchildren. *British Journal of Ophtalmology*, 69, pp. 228-232.

Nieman, D; Bour, L; Linszen, D; Goede, J; Koelman, J y Gerson, B, et.al.(2007). Neuropsychological and clinical correlates of antissacade task performance in schizophrenia. *Neurology Science*, 54, pp. 866-871.

Nicholls, J.G; Martín, A.R y Wallace, B.G. (1992). *From neuron to brain : a cellular and molecular approach to the function of the nervous system*. Sunderland, Mass: Sinauer Associates.

Nicholls, J.G; Martín, A.R; Wallace, B.G y Funchs, P.A. (Noviembre, 2001). *Mente y cerebro. Investigación y Ciencia*.

Nique, C. (1980). *Introducción metódica a la Gramática Generativa*. Madrid: Ed. Cátedra.

Nivette, J. (1973). *Principios de Gramática Generativa*. Madrid: Ed. Fragua. Madrid.

Noelker, A.W y Schumsky, D. A. (1973). Memory for sequence, form, and position as related to the

identification of reading retardates. *Journal of Educational Psychology*, 64.

Ogden, K y Richards, I. (1964). *El Significado del Significado*. Buenos Aires: Ed. Paidós. Buenos Aires.

Ohasi, N; Watanabe, Y; Kobayasi, H y Mizukoshi, K. (1985). Quantitative measurement of smooth pursuit using the continuosly changing sinuosidal wave in neruological subjects. ORL Journal for Otorhinolaryngology and its related specialties, 47 (6), pp. 314-27.

Oña Sicilia, A. (1994). *Comportamiento Motor: Bases Psicológicas del Movimiento Humano*. Granada: Servicio de publicaciones de la Universidad de Granada.

Ortiz, T. (1996). *La percepción visual en los primeros años del aprendizaje*. Editorial Universidad Autónoma de México.

Ortiz, T. (1995). Áreas específicas e inespecíficas corticales de la lectura. *Neuropsicología del lenguaje*. pp. 250.

Orton, S. T. (1937). *Reading, writing and speech problems in children*. Londres: Champman y Hall.

Pacheco, M y otros. (1994). Chequeos visuales en escolares. *Gaceta Óptica*, nº 268. pp.10-21.

Padial, E. (1995). *Problemas de los movimientos oculares en la lectura*. Máster COI.

Palincsar, A.S. y Brown, A.L. (1984). Reciprocal teaching of comprenhesion-fostering and comprensión-monitoring activities. *Cognition and instruction*, 1, pp.117-175.

Palmberg, M. D. (2001). *Clinical Trial Results yield new strategies to halt glaucoma damage*. Miller School of Medicine, University of Miami, (USA).

Palomo, C. (Marzo, 2010). *Habilidades visuales en niños y niñas de Educación Primaria con problemas de lectura e influencia de un filtro amarillo en la visión y lectura* (tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Palomo, C.(1992). Diagnóstico y tratamiento de insuficiencia de convergencia y acomodación. *Gaceta Óptica*, nº 267, pp. 18-22.

Palomo, C. (1993). *Entrenamiento visual optométrico*. Colegio Nacional de Opticos, Madrid, 1993.

Pastor, J.C. (1990). *Anestesia en oftalmología*. Ed. Doyma.

Paulson, P y Goodman, K.S. (1999). *Research on eye movements and Reading*. Universidad de Arizona. USA.

Park, G. E y Shneider, K.A. (1975). Thyröid function in relation to dislexia. *Jounal of Reading Behavior*, 7.

Parks, M.M.(2000). *Extraocular muscles*. In Duane TD, ed Clinical Ophthalmology. St Louis: CV Mosby.

Patterson, K y Kay, J.(1982). Letter-by-letter reading: Psychological descriptions of a neurological syndrome. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34 A pp. 411-441.

Penfield, W y Rasmussen, N.(1959). The cerebral cortex of man. Clinical Neuropsychology, 1959.

Perea, (1999). Psicología de la lectura y procesamiento léxico- visual; una revisión de técnicas experimentales y procedimiento de análisis. Universidad de Valencia.1999

Perfetti, C.A. (1985). *Reading Ability*. New York: Oxfork University Press.

Perfetti, C.Y y Goldman, S. R. (1976). Discourse memory and reading comprehension skill. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14.

Peterfalvi, J.M. (1976). *Introducción a la Psicolingüística*. Madrid: Ed. Alcalá.

Piaget, J. (1971). Le Jugement morale chez l´enfant. París. Versión castellana *El criterio moral en el niño*. Barcelona: Fontanella.

Piaget, J. (1971). *Seis Estudios de Psicología*. Barcelona: Ed. Labor.

Piaget, J. (1975). *La Representación del Mundo en el Niño*. Madrid: Ed. Morata.

Piaget, J. (1977). *La Formación del Símbolo en el Niño*. México: Ed. Fondo de Cultura Económica.

Pigassou, A. (1995). *La function binoculaire expliciteé*. Presentée á I.O.C. París. 1988. Publié au J. Fr. Orthopt, 1991; (23, 141-148)

Pigassou, A. (2001). *Tratamiento de las parálisis oculares con referencia particular al tratamiento funcional.* Acta Estrabológica. Madrid.

Pinzón, A; Martínez, N; Blanco, M. (2007). La alteración de los movimientos oculares sacádicos y la esquizofrenia. *Revista Colombiana de Psiquiatría.*

Poggio, G.F y Fischer, B. (1977). Binocular interaction and depth sensitiviy of striate and prestriate cortical neurons of the behaving rhesus monkey. *Journal Neurophysiology*, 40, pp. 1392-1405.

Porte, A. (1977). A Motor-Perceptual Developmental Handbook of Activities. *Perception Development Research*. University of Michigan.

Posner, M.I. (1980). Orienting of Attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, pp. 3 -25.

Posner M.I y Raichle, M.A. (1994). *Images of mind*. Nueva York. Scientific American Library.

Posner, M.I y Rothbart, M.K. (1992). Attentional mechanism and conscious experience. En A.D. Milner y M.D. Rugg (eds). *The Neuropsychology of Consciousness*. Londres: Academic Press.

Potter, M. C. (1984). Rapid serial visual presentation (RSVP): A method for studying language processing. En D.E. Kieras & M.A. Just (Eds.) *New methods in reading comprehension research*. Hillsdale, Nueva Jersey: LEA.

Potter, M. C; Kroll, J. F y Harris, C. (1980). Comprehension and memory in rapid sequential reading. En R. Nickerson (Ed.) *Attention and Performance VII*. Hillsdale, Nueva Jersey: LEA.

Potter, M. C; Kroll, J, F; Yachzel, B; Carpenter, E y Sherman, J. (1986). J*ournal of experimental Psyhcology: General*, 115, pp. 281-294.

Plou, P. (2002). *Apuntes de Neuro-oftalmología*. Centro de Optometria Internacional. (2002)

Polanco, M. (1994). *Dificultades en el aprendizaje*. Bogotá: Ediciones USTA.

Porte, A.(1977). A Motor-Perceptual Developmental Handbook of Activities, *Perception Development Research*. EEUU: Universidad de Texas.

Pressley, M. (1977). Children´s use of the keywod method to learn simple Spanish vocabulary words. *Journal Educational Psychology*, 69, pp. 465-472.

Pulleyblank, D. (1988). *Tone in Lexical Phonology*. Dordrecht: Reidel

Rack, J.P; Snowling, M.J y Olson, R.K.(1992). The nonword reading deficit in developemental dyslexia. A review. *Reading Research Quaterly*, pp. 27-29-53.

Ragusa, R; Brueckner, J; Porter, J y Baker, R.(1995). Musculatura extraocular; aspectos básicos y clínicos de la estructura y función. *Survey Ophthalmology*, 39, pp. 451-481.

Ralph y Schrockrm. (1965-1967). *Visual Training in Action*. EEUU: Universidad de Oklahoma.

Ramchandran, R; Manoach, D; Cheirkasova, M; Lindgren, K; Goff, D y Barton, J. (2004). The relationship of saccadic peak velocity to latency. *Experimental Brain Research*, 159, pp. 99-107.

Ramón y Cajal. (1952). En Histiologie du Systeme Nerveux de l´Homme et des . Simposio en *Neurología*, París (1952).

Ramos Ibarra, M.(1994). *Bases Neuropsicológicas del Entrenamiento Visual*. Master Centro Optométrico Internacional.

Ramos Sánchez, J.L y Cuetos Vega, F. (2000) *PROLEC. Prueba de evaluación de la velocidad lectora para Educación Primaria.*

Rantala, H y Uhari, M.(1999). Fisiología ocular. *Archivos de Neurología, Neurociencia y Neuropsiquiatría*, Vol 4. Sociedad Española de Neurología.

Raphael y McKinney.(1983); Raphael y Pearson. (1982); Raphael y Wonnacott. (1985). *Perspectivas comparadas sobre la autonomía lectora/ la madurez lectora y la alfabetización incipiente.*

Raymon, L. P. (1999). *Entrenamiento visual*. Colegio profesional de ópticos optometristas.

Rayner, K. (1977). Visual attention in Reading. Eye movements reflect cognitive processes. *Memory and cognition,* 5, pp. 443-448.

Rayner, K. (1995). *El movimiento de los ojos en la lectura*. Universidad de Toronto, (Canadá), 1995.

Rayner, K; Inhoff; Morrison; Slowiaczek y Bertera.(1981). *Relation between stereoscopic and tridimen-*

sional distances in High School student. Universidad de Toronto, Canadá .

Rayner, K. (1975). The perceptual span and peripherical cues in reading. *Cognitive Psychology*, 7, pp. 65-81.

Rayner, K. (1978). Eye movements in reading and information processing. *Psychological Review*, 85, pp. 618-660.

Rayner, K; Carlson, M y Frazier, L. (1983). The interaction of syntax and semantics during sentence processing: Eye movements i n the analysis of semantically based sentences. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 22, pp. 358-374.

Rayner, K y Duffy, S. (1986). Lexical complexity and fixation it mess in reading: Effects of word frequency, verb complexity, and lexical ambiguity. *Memory and Cognition*, 14, pp. 191-201.

Rayner, K; Inhoff, A; Morrison, R; Slowiaczeck, M y Bertera, J. 1981) Masking of foveal and parafoveal vision during eye fixations i n reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, pp. 167-179.

Rayner, K y Pollatsek, A.(1987). Eye movements in reading: A tutorial review. En M.Coltheart (Ed.) *Attention and performance XII*, London: LEA

Rayner, K y Pollatsek, A.(1989). *The psychology of reading*. Nueva Jersey :Prentice Hall.

Rayner, K; Sereno, S; Morris, R, Schmauder, A y Clifton, C. (1989). Eye movements and on-line language comprehension processes. *Language and Cognitive Processes*, 4, pp. 21-50.

Rayner, K; Well, A; Pollatsek, A y Bertera, J.(1982). The availability of useful information to the right of fixation in reading. *Perception and Psychophysics*, 31, pp. 537- 550.

Richmann, J. E y Cront, M T.(1994). *Guía de Terapia Visual*. Ed. Bernell. (1994)

Richman, J.E; Michael T y Cron, O.D. (2005). *Guía de Terapia Visual*. Bernell.

Richman, J.E y Garzia Ralph, P.(1995). *D.E.M (Development Eye Movement Test).Test Booklet*. Bernel.

Riddoch, M.J y Humphbeys, G.W. (1994). *Cognitive Neuropsychologie and cognitive rehabilitation*. Hove (GB) y Hillsdale (EEUU): Laerence Earlbaum Associates.

Ríus Estrada, M.D. (2000). *Encliclopedia del desarrollo de los procesos grafomotores*. Paidós.

Robert, R. (2002). Parálisis global de la mirada. *Neurología clínica, tratamiento y diagnóstico*. Elsevier. Butterworth Heinemann.

Robinson, D.A. (1975). Oculomotor control signals. En *Mechanism of Ocular Motility and their clinical implications*. pp. 337-374. Oxford: Pergaman.

Rock, I. (1984). *La percepción*. Madrid: Prensa Científica.

Rodieck, W. (1973). Retina y segmento posterior. *Journal Neurophysiology*, 28.

Rodríguez, S y Smith- Agreda, J. M. (1988). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Interamericana, McGraw Hill.

Roger, P y Sinclair, J. (1969). Trastornos de los músculos oculares: diplopía. *Neurología clínica*, pp. 37-43.

Rogoff, B.(1990). *Apprenticeship in thinking: Cognitive development in social context*. Nueva York: Oxford University Press.

Rothkopf, E.Z. (1996). *Learning from written instructional materials*.

Rosner, J. (1995). *Helping children overcome learning difficulties*. Walker and Company, New York.

Rosner, J. (1990). *Pediatric optometry*. Boston: Butterworth.

Ross, H; Heinten, S; Zerbe, G y Radant, A.(2005). Saccadic eye movement task identifies cognitive deficits in children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46, pp. 1354-1362.

Rossembaum, K. (Junio, 1991). Influencia de la fatiga en la agudeza visual, dinámica y frecuencia. *Investigación y Ciencia*.

Rothkopf, E. Z.(1966). Learning from written instructional materials; An exploration of the control of inspectional behaviors by test-like events. *American Educational Research Journal*, 3, pp. 241- 249.

Rounds, B.B. et.al.(1991). The effect of oculomotor training on Reading efficiency. *Journal of the*

American Optometric Association. Vol. 62, nº 2, pp. 92-97.

Rourke,B; Springer, A y Young, S.(1993). *Aspectos neuropsicológicos y sus implicaciones educativas*. Sociedad Española de Neuropsicología, 21.

Rueda, M.I. (1995). L*a lectura. Adquisición, dificultades e intervención*. Salamanca: Amarú.

Ruddell, R.B; Ruddell, M.R y Singer, H. (1994). *Theoretical models and processes of Reading*.

Rumelhart, D.E. (1977). Toward an interactive model of Reading. En S. Dornic (Ed). *Attention y Performance VI*. Nueva York: Academic Press.

Samuels, S. J. (1994). Toward a theory of automatic information processing in reading, revisited. En R. b. Ruddel, M. R. Singer y H. Singer (Eds.) *Theoretical models and proceses of reading*, pp. 816-837. Newark D: International Reading Association.

Sánchez, E. (1989). *Procedimientos para instruir en la comprensión de textos*. Madrid: CIDE (Centro de Investigación y documentación educativa)

Saporta, S. (1956). *A Note on Spanish Semivowels. Language 32*, pp. 287-90. Reimpreso en J. Joos, ed., 1963.

Saporta, S y Contreras, H. (1962). *A Phonological Grammar of Spanish*. Seattle: Univ. of Washington Press.

Santiuste, V., Martín-Lobo, P. Ayala, C. (2005). Bases neuropsicológicas del fracaso escolar. Fugaz: Madrid.

Santiuste Bermejo, V. (2003). Medida del procesamiento lingüístico de oraciones y procesos lectores en sujetos con y sin dificultades de aprendizaje. *Revista de Educación* nº 332, pp. 183-209. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia.

Santucci, M.G y Pécheux, W. (1979). Eye movements disabilities. Investigation Ophthalmol, 1979.

Saraux, A. H.(1983). *Physiologie oculaire,* París: Masson.

Schaltenbrand, G. (1969). *Zukunft der Neurologie*. Sttutgart: Ed. Thieme.

Schnap, J. y Baylor, D. (Junio, 1987). Respuesta de los fotorreceptores a la luz. *Investigación y Ciencia* nº 129, pp. 20.

Sheiman, M y otros. (Septiembre, 1990). Problems in optometry. Vol. 2, nº 3. Pediatric optometry. J. B. Lippincott Company, Philadelphia.

Sheiman, M y Wick, B. (1994). *Tratamiento clínico de la visión binocular*.

Shenov. (1961). Escuela neuropsicológica soviética, 1961. *Revista Española de Neuropsicología*, 4, 1 pp. 15- 41.

Sherman, A. (1973). Reading visión disorys to learning disbilities. *Journal Optometry Association*, 44.

Schwartz, M; Saffran, E y Marin, O. (1986). The Word order problem in agrammatism: I Comprehension. *Brain and Language*, 10, pp. 249-262.

Schiller, P; True, S y Conway, J. (1996). Effects of frontal eye fields and superior colleculus ablations son eye movements. *Science,* 206, pp. 590-592.

Schoffeniels, G; Frankc, D.B y Hertz, L. (1978). *Membrane structure in mamaliam astocytes*, pp. 183-192. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Schön, D.A; Schraw, G e Impara, J. (1998). *Issues in the measuroment of metacognition*.

Schoffeniels, G; Frankc, D.B y Hertz, L. (1978). *Membrane structure in mamaliam astocytes*, pp. 183-192. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.

Schön, D.A; Schraw, G e Impara, J. (1998). *Issues in the measuroment of metacognition*.

Shulman, G.L; Remington, R.W y McLeand, J.P. (1979). Moving attention through visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, pp. 522-526.

Scott, A.B. (2003). Change of eye muscle sacomeres according to eye position. *Journal Pediatric Ophtalmol Strabismus,* 2003.

Scruggs, T; Mastropieri, M; McLoone, B; Levin, J y Morrison, C.(1987). Mnemonic facilitation of learning disabled students; Memory for expository prose. *Journal of Educational Psychology*, 77 pp. 27-34.

Seymour, P. (1987). Word recognition processes. An analysis based on format distortion effects. En J.Beech y A. Colley (eds). *Cognitive approaches to reading. Chichester*, John Wiley y Sons.

Skeffington, A. M. (1973). *Clinical Applied Optometry*, OEPF papers, 1946- 1973. California.

Simonsz, H.J; Harting, F y Wall, B. (2006). Sideways displacement and curved path of recti eye muscle. *Archivos de Oftalomología*, 2006, 80, pp. 1042-1045.

Smith, N.B. (1967). *World Congress of Reading*. París, 1996.

Solan, H.A y otros. (1989). Visual perception and learning; issues and answer. *Journal of the American Optometric Association*. Vol. 60, Nº 6, pp. 457-460, 1989.

Solé, I. (1987). La enseñanza de la comprensión lectora; un enfoque interactivo". *II Jornadas Internacionales de psicología y educación*, pp. 285-288.

Solé, I. (1992). *Estrategias de lectura*. Barcelona: Graó.

Soto, P. et al. (1986). *Factores psicológicos que determinan el aprendizaje de la lectura*. Madrid: CIDE.

Spring, C. (1976). Enconding speed and memory span in dyslexic children. *Journal of Special Education*, 10.

Stahl, S y Fairbacks, M.(1986). The effects of vocabulary instructions; A model based meta analysis. *Review of Reading Research*, 56, pp. 72-110.

Stephens, C. (2003). Acciones de los músculos oculares. *Recursos de Neurología,* 2003.

Strata, B.R; Hall.O; Allen, R.A y Crescitelli, F.(1969). En *The Retina Morphology*.

Stryer, L. (Septiembre, 1987). Moléculas de excitación visual. Investigación y Ciencia, nº 132, pp. 18.

Svaetiching, G. (1953): *The cones action potential*. Acta Physiology. Scand nº 29, pp. 565.

Swanson, H. L. (1992). Influence of metacognitive knowledge and aptitude on problem solving. *Journal of Educational Psychology*, 82, pp. 306-314.

Taylor, M.K y Schmidt, P.P. (1996). En Effect of oculomotor and other visual skills son Reading Perfomance. *Optometry and visión science,* nº 4, 88, pp. 283-292.

Thaker, G; Ross, D; Cassady, S; Adam, H, Medoff, D y Sherr, J. (2000). Saccadic eye movements abnormalities. *Journal of Psychiatry*, 45, pp. 235-244.

Thomson, K. (1992). *Dislexia. Su naturaleza, evaluación y tratamiento*. Madrid: Alianza.

Tokuhama- Espinosa, T. (2005). *El cerebro humano; evolución y aprendizaje*. Universidad de San Francisco de Quito; Cumbre Mundial de Evolución. Ecuador.

Tolchinski, L. (1993). *Aprendizaje del lenguaje escrito*. Barcelona: Anthropos.

Tomita, T. (1976). Electrophysiological studies of retinal cell function, Investigation Ophtalmology, nº 15 , pp. 171-187.

Tomita, T; Kaneko, A; Murakami, M y Pautler,E. (1967). En "Special response curves of single cones in the capr". *Vision Res* nº7.

Torrents, A. y otros. (1992). Control visual infantile. *Ver y Oir*, nº 64, pp. 31-42.

Trackray, A. (1965). *Reading in child*. Society for Social Estudies of Science. Oxford.

Triesman, A. M. (1964). Selective attention in man. *British Medical Journal*, 20, pp. 12-16.

Triesman, A.M.(1969).Strategies and models of selective attention, *Psychological Review*, 76, pp. 282-299.

Triesman, A.M y Geffen, G. (1967). Selective attention: Perception or response? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, pp. 1-17.

Triesman, A.M y Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, pp. 97-136.

Trillenberg, P, Lencer, R y Heide, W. (2004). Eye movement and psychiatric disease. *Current Opinion in Neurology*, 17, pp. 43-47.

Tunnacliffe, A. (1992). *Introduction to visual optics*. The association of British dispensing opticians, Londres.

Tweed y Wilis. (Junio, 2001). *Intraocular and Extraocular muscles*. American Journal Association

Optometry.

Urtubia, C y Götzens, S. (2006). Fisiología de la retina; mensaje visual en la segunda sinapsis, las células ganglionares. *Scientific Commons*, 06.

Van Essen, D. y Maunsell, J.(1983). Hierarchical organization and functional streams in the visual cortex. *Trends neuroscience* nº 6, pp. 370-375.

Van DijkI, T. (1983). *La ciencia del texto. Un enfoque interdisciplinar.* Barcelona: Paidós.

Vega, M. y al. (1990). *Lectura y comprensión. Una perspectiva cognitiva*. Madrid: Alianza Psicología.

Vellutino, F. R. (1991). Introduction to three studies on reading acquisition; Convergent findings on theoretical foundations of code-oriented versus whole-language approaches to reading instructions. *Journal of Educational Psychology*, 83, pp. 437-443.

Vigotsky, L.S. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Guijalbo.

Vogel, G.L. (1995). Saccadic eye movements: Theory, testing & therapy. *Journal of Behavioral Optometry*, Vol. 6, nº 1, pp.3-11.

Voss, J.L. (1978). Cognition and instruction. En A.M. Lesgold et.al. *Cognitive Psychology and Instruction*. Nueva York, Plenum Press.

Wald, G. (1951). The chemistry of rod vision. *Science*, 113, pp. 287-291.

Wald, G. (1964). The receptors of human color vision. *Science,* 145.

Walker, M y Zee, D. (1999). Eye movements recordings: methods. *Developments in Ophtalmology*, 40, pp. 15-34.

Walsh, F.B y Hoyt, W.F. (1958). Cortical blindness with partial Recovery following cerebral. *Clinical Opthalmology*, 60, pp. 1061-1069.

Ward, N. J y Juola, F. (1982). Reading with and without eye movements: Reply to Just, Carpenter and Woolley. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, pp. 239-241.

Wertheimer; Köler; Kofka y Lewin. (1910) *Leyes de la Gestalt*. Escuela visomotora Gestaltica.

Wisson, M.D y Meyers, W. (1993). Diagnosis and Management of Reading dysfunction for the primary care optometrist. En. *Optometric diagnosis of reading dysfunctions*. Alabama: American Academy of Optometry.

Whittaker, S.G. et al. (1993). Visual requirements for reading. *Optometry and Vision Science*, Vol. 70, Nº 1, pp. 54-65.

Woloshyn, V; Paivo, A y Pressley, M. (1994). Use of elaborative interrogation to help students acquire information consistent with prior knowledge and information inconsistent with prior knowledge. *Journal of Educational Psychology,* 86, pp. 79-89.

Woodworth, R. S y Schlosberrg, H. (1954). *Psicología experimental*. (2 vols.). Buenos Aires: Eudeba.

Yela, M. (1960). *Coordinación visomotora*. Madrid: TEA.

Young, F. (November, 1975). *The development and control of Myopia in Human and Subhuman Species*, pp. 16-31.

Zaba, J.N y otros. (1992). Literacy; the visión, learning and voluntter connection. *Journal of Behavioral Optometry*. Vol.3, nº 5, pp. 128-131.

Zazzó, R. (1943). *Le Devenir de l´inteligence*. Laboratorio de Psicología del niño. École Pratique del Hautes Études. París.

Zeki, S. (1992). *A vision of the brain*. Londres: Blackwell Scientific Publications.

Zeki, S. (Noviembre, 1992). La imagen visual en la mente y en el cerebro. *Investigación y Ciencia*.

Zeki, S. (Septiembre, 1990). La construcción de las imágenes del cerebro. Mundo Científico nº 105, pp. 858.

Zoido, P; Schleicher, A; Borgonovi, F; Davidson, M; Espinoza, J; Ikeda, M y Jakubowski, M.(2007). *Informe PISA*. OCDE París.

Violeta Miguel Pérez es doctora por la facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Camilo José Cela, Máster en Neuropsicología y Educación. Es Licenciada en Psicopedagogía por la Uned y diplomada en magisterio en las especialidades, de Educación Infantil, Educación Especial, Educación Primaria y Filología Inglesa por la Universidad de Alcalá de Henares. Actualmente es Directora del Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE) perteneciente al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Además, es profesora tutora del Grado de Educación social en la UNED.

Su trabajo se ha centrado fundamentalmente en el campo de la educación donde cuenta con una dilatada carrera en la que ha sido directora de un colegio en Sigüenza (Guadalajara), orientadora en Secundaria, profesora de la UNED, Coordinadora Provincial de Educación, Cultura y Deporte en Guadalajara e Inspectora de Educación. Asimismo, ha presentado numerosas comunicaciones y ponencias en relación con el ámbito de la educación así como con el de la neurociencia aplicada al aprendizaje, donde se especializa en funcionalidad visual y entrenamiento óculo motor para la mejora de los procesos de lectura. También ha publicado en distintas revistas digitales especializadas y en el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. En su haber cuenta, además, con numerosos premios regionales y nacionales en innovación e investigación educativa y materiales curriculares

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE