



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

→ **UPCPOSTGRAU**

Moviments oculars, atenció visual i procés lector →

Marc Argilés Sans





UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH



iniciativa  
digital politècnica  
Publicacions Acadèmiques de la UPC

→ **UPCPOSTGRAU**

Moviments oculars, atenció visual i procés lector →

Marc Argilés Sans

Primera edició: maig de 2020

© Marc Argilés Sans, 2020

© Iniciativa Digital Politècnica, 2020  
Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC  
Edifici K2M, Planta S1, Despatx S103-S104  
Jordi Girona 1-3, 08034 Barcelona  
Tel.: 934 015 885  
[www.upc.edu/idp](http://www.upc.edu/idp)  
E-mail: [info.idp@upc.edu](mailto:info.idp@upc.edu)

ISBN: 978-84-9880-832-2

DL: B 10847-2020

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només es pot fer amb l'autorització dels seus titulars, llevat de l'excepció prevista a la llei.



## Pròleg

L'objectiu d'aquest llibre és complementar la informació que s'imparteix a l'assignatura Problemes d'Aprenentatge del Màster en Optometria i Teràpia Visual de la Universitat Politècnica de Catalunya.

L'estructura dels capítols és similar al contingut de les classes, específicament a la part de dificultats lectores. Concretament, el capítol 1 introdueix els conceptes previs fonamentals per entendre les dades objectives que ens ofereixen els mesuraments dels moviments oculars. El capítol 2 ofereix una síntesi dels patrons de moviments oculars durant el procés lector, és a dir, explica com es comporten els sacàdics, les fixacions oculars i el sistema de vergències mentre estem llegint. El capítol 3 se centra en l'apartat d'atenció visual i els angles de reconeixement lector. Aquests tres primers capítols introdueixen el lector en les dificultats lectores, que s'aprofundeixen al capítol 4, que esmenta alguns estudis que han observat dificultats específicament en els moviments oculars, l'atenció visual i les vergències oculars. El capítol 5 comenta breument si aquests sistemes es veuen modificats en la lectura digital a través de les pantalles electròniques, que són una novetat important en el canvi cultural de la societat en què vivim. Finalment, al capítol 6, es presenten alguns estudis sobre els moviments oculars, l'atenció visual i les vergències que hagin observat un efecte positiu davant d'una dificultat lectora (específicament, la dislèxia del desenvolupament). Per tant, aquest capítol tracta de la teràpia visual (entrenament optomètric) per tal de valorar quines són les eines, la metodologia i les aplicacions que es poden fer servir, d'acord amb les conclusions dels estudis científics. No es detallen els mètodes de la teràpia visual, sinó que es fa una introducció general dels materials i dels procediments que es poden aplicar.

A les classes presencials de l'assignatura, juntament amb altres apunts complementaris, els estudiants podran seguir el millor els conceptes impartits i disposaran d'una guia per seguir el programa docent. Paral·lelament, esperem que aquest llibre també serveixi per a qualsevol lector interessat en la matèria d'aquest llibre, en el qual es comenten de forma detallada els processos sacàdics, els moviments fixacionals i microsacàdics, la disparitat de fixació, els camps visuals lectors i l'atenció visuoespacial durant el procés lector, i com es



veuen afectats en casos de dificultats lectores. I esperem que també serveixi per complementar la informació de l'apartat de teràpia visual, especialment amb relació als videojocs d'acció, en què s'exposa l'efecte que tenen en les dificultats lectores i es comenta quines pautes cal tenir en compte a l'hora de fer-ne ús com a complement en teràpia visual.

Marc Argilés Sans



# Índex

Pròleg .....	5
Índex.....	7
<b>1. Conceptes previs.....</b>	<b>9</b>
1.1 Limitacions de la retina .....	9
1.2 Mètriques oculomotores.....	11
Referències.....	13
<b>2. Patrons oculomotors durant la lectura .....</b>	<b>15</b>
2.1. Moviments sacàdics .....	15
2.2. Moviments de fixació.....	19
2.3. Vergències oculars.....	22
Referències.....	24
<b>3. Atenció visual i angles de reconeixement .....</b>	<b>29</b>
3.1 Atenció visuoespacial.....	29
3.2 Angles de reconeixement .....	31
3.3 <i>Span</i> d'atenció visual ( <i>VA span</i> ).....	33
Referències.....	34
<b>4. Dificultats lectores .....</b>	<b>37</b>
4.1 Moviments oculars .....	37
4.2 Atenció visuoespacial.....	38
4.3 Vergències oculars.....	42
Referències.....	43
<b>5. Lectura digital .....</b>	<b>47</b>
5.1 Pantalles electròniques .....	47
Referències.....	49
<b>6. Teràpia visual.....</b>	<b>53</b>
6.1 Moviments sacàdics i atenció visuoespacial.....	53
6.2 Vergències oculars.....	56
6.3 Angles de reconeixement .....	58
6.4 Videojocs d'acció .....	60
6.5 Resum i anàlisi de la teràpia visual .....	65
Referències.....	66
<b>Annex .....</b>	<b>71</b>

→ 1



## Conceptes previs

Aquest primer capítol conté apartats que són importants per entendre els conceptes d'aquest llibre, sobretot amb relació als moviments oculars. En primer lloc, es parlarà sobre la limitació fisiològica que tenim en la retina, que obligarà a generar els patrons oculomotors durant el procés lector. En segon lloc, es descriurà com s'extreuen les mètriques lectores dels sacàdics oculars amb instruments especialitzats de rastreig ocular (*eye trackers*).

### 1.1 Limitacions de la retina

Per tal d'entendre per què realitzem patrons oculars durant la lectura, hem d'estudiar que, a escala fisiològica, la retina té unes limitacions visuals que limiten l'extracció de la informació d'un text escrit.

Atès que aquesta informació es du a terme durant les fixacions, una qüestió important és saber quanta d'aquesta informació en podem extreure. Els cons de la retina són els responsables del màxim detall de l'agudesa visual i de les freqüències espacials; per tant, la fòvea i la parafòvea (el voltant de la fòvea) són les responsables d'aquest reconeixement de text. Una bona agudesa visual és necessària per reconèixer i identificar les lletres del text, i és especialment important perquè alguns grafemes, com ara "t-l" o "k-h", s'assemblen molt entre ells. A més, una mala agudesa visual –que pot ser deguda a un error refractiu no corregit, una ambliopia o una patologia que afecti la retina– pot generar confusions entre lletres, segons la tipografia del text.

A l'exemple que figura a continuació, es reproduïxen les mateixes lletres en Arial Black: a la part superior, de forma normal i, a la inferior, amb un filtre que desenfoca la imatge i simula un error refractiu esfèric. Com es pot observar, algunes lletres són més susceptibles de generar confusió, com ara "s-e" i "i-l".



**a b c d e f g h i j k l  
m n o p q r s t u v w  
x y z**

**a b c d e f g h i j k l  
m n o p q r s t u v w  
x y z**

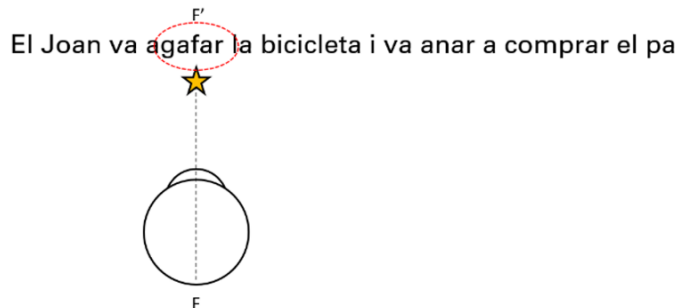
La fòvea té, aproximadament, un camp visual útil de 2-3°; això vol dir que, si mantenim una fixació en una lletra del text, podem distingir al 100 % les lletres entre 1-1,5° al voltant d'on estiguem fixant, tenint en compte la distància en què estem. Per exemple, aplicant la fórmula 1 amb relació a l'angle visual, tenint en compte una superfície plana:

$$\tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{x}{d}$$

Les unitats  $x$  poden ser la distància del text (mm) o els píxels de la pantalla o el text, i  $d$  la distància d'observació; d'aquesta manera, es poden traslladar en angles visuals sòlids els estímuls que es visualitzen. Amb relació a la lectura i la fòvea, aplicant la fórmula 1, suposem que tenim 3° d'angle visual; la màxima informació que podem extreure en una sola fixació és de 2,61 mm per a cada cantó (esquerra-dreta). Si estem llegint un text a 40 cm amb una tipografia Times New Roman 12, podríem identificar en una sola fixació ocular entre 5-6 lletres (amb una agudesesa del 100 %). D'aquesta manera, es pot representar que cada lletra consta, aproximadament, de 0,14° (amb Times New Roman 12). Ara bé, aquesta és la limitació de la fòvea central (2-3°), però hem de recordar que la parafovèa (5-6°) també és capaç d'intuir les paraules del voltant de la fixació central i que, com veurem més endavant (capítol 3), és tan important com la fòvea en el procés lector.

Així, durant el procés lector, les fixacions són la principal limitació visual. Si observem la figura 1.1, veurem que allà on aterra la fixació ocular tenim un grup de paraules que poden ser llegides, però a mesura que ens anem allunyant de la fixació (més excentricitat) l'agudesesa visual va decreixent i no es poden llegir. Aquesta relació entre excentricitat i agudesesa visual està lligada amb l'efecte d'amuntegament (en anglès, *crowding effect*), que segueix la llei de Bouma, com veurem amb més detall al capítol 3.

Fig. 1.1.  
L'estrella en groc representa la projecció espacial de la fòvea (F) al text (F') i el cercle en vermell l'extensió de lletres que es poden arribar a identificar amb una agudesesa del 100 %.





En resum, aquest és el motiu pel qual, a fi d'avançar en la lectura, és necessari utilitzar els sacàdics oculars per anar llegint i extraient la informació d'un text. Ara bé, tal com veurem al [capítol 2](#), els sacàdics oculars al llarg de la lectura del text no són uniformes i, en la majoria dels casos, poden semblar "caòtics". Tot i així, sembla que aquest sistema dual i dinàmic entre sacàdics i fixacions oculars treballa bastant bé.

## 1.2 Mètriques oculomotores

A continuació, definim en què consisteixen les variables d'amplitud, direcció i durada dels sacàdics oculars i com es poden calcular per mitjà de registres amb instruments especialitzats per a aquest fi (*eye trackers*).

**Amplitud.** És la llargada del sacàdic entre dos punts de fixació (abans i després) i es mesura en la distància recorreguda o en angles visuals. Es pot representar a través de la mínima distància entre dos punts en un temps determinat (recorregut o distància). Com que normalment els sacàdics no segueixen una trajectòria lineal, les definicions d'amplitud les podem representar de dues maneres diferents. En primer lloc, es poden aplicar equacions euclidianes per determinar la distància, mitjançant l'expressió següent:

$$d(A,B) = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2}$$

Però si es vol calcular l'amplitud del sacàdic a través de la distància total coberta en funció de la trajectòria, cal determinar-ho a través de l'expressió (Holmqvist *et al.*, 2011):

$$\theta(A,B) = \frac{1}{1.000} (t_{final} - t_{inicial}) \theta_{mitjana}$$

on  $\theta_{mitjana}$  és la velocitat mitjana del sacàdic (expressada en °/s) i  $(t_{final} - t_{inicial})$  és la durada del sacàdic (expressada en ms). El gràfic següent (figura 1.2) representa el càlcul de l'amplitud del sacàdic en els eixos cartesianes  $(x, y \in \mathbb{R})$  segons el mètode 1 o el mètode 2.

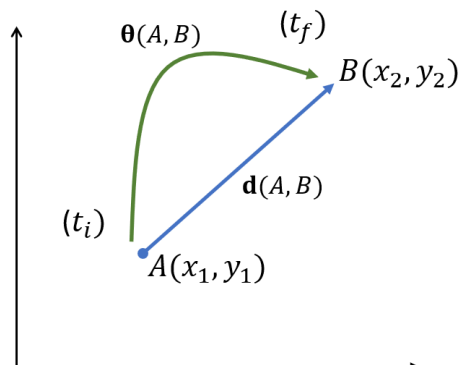
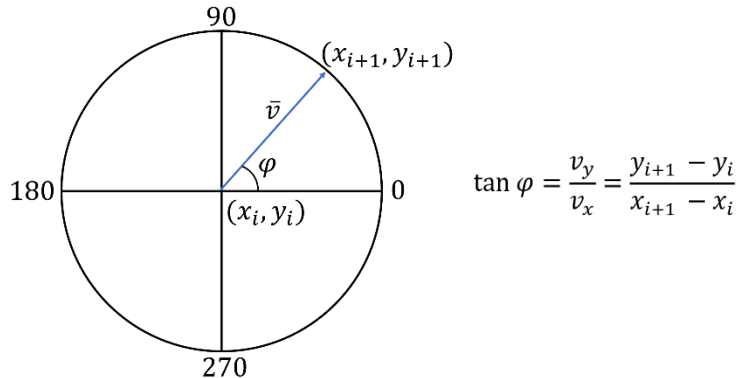


Fig. 1.2. Representació d'un sacàdic en eixos cartesianes. El vector  $\overline{AB}$  representa el sacàdic.



**Direcció.** La direcció o orientació del sacàdic ve determinada a través dels eixos de referència basats en la trigonometria. Si tenim l'eix horitzontal  $x$  ( $180^{\circ}$ - $0^{\circ}$ ) i l'eix vertical  $y$  ( $270^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ), podem establir la direcció angular ( $\varphi$ ) segons la posició inicial i final del sacàdic. Atès que, com ja hem dit, la majoria dels sacàdics no són lineals, la direcció absoluta d'un sacàdic es pot representar mitjançant la línia ideal d'inici i final. A la figura 1.3 es pot observar un esquema del càlcul angular de la direcció absoluta d'un sacàdic. A través d'aquesta figura, es pot extreure l'expressió de la direcció angular absoluta a través de (Holmqvist *et al.*, 2011):

Fig. 1.3.  
Representació de la direcció o orientació d'un sacàdic en eixos polars.



Si, per exemple, es vol determinar en un temps i en una àrea específica quina direcció del sacàdic ha predominat més (horitzontal o vertical), es pot extreure una relació de proporció entre les dues direccions a través de la suma dels components horitzontals, dividida per la suma dels components verticals, tal com es defineix amb l'expressió següent (Holmqvist *et al.*, 2011):

$$\text{Proporció} = \frac{P}{M} \cdot \frac{\sum_i v_{hi}}{\sum_i v_{vi}}$$

on el quocient  $\left(\frac{P}{M}\right)$  es refereix al pes i a la mida de l'estímul per normalitzar la proporció;  $(v_{hi})$  són els components d'amplitud horitzontals i  $(v_{vi})$  els verticals, sempre en un temps i en una àrea específica determinats prèviament.

**Durada.** La durada del sacàdic (ms) indica quant ha tardat des d'una fixació inicial fins a la fixació final. Com que la velocitat depèn de l'amplitud del sacàdic (a través de la seqüència base), existeix una relació entre les dues variables que es pot indicar amb l'expressió següent, depenent de l'amplitud (Collewiijn *et al.*, 1988):

Durada (ms) en amplituds de  $<15^{\circ} = 2,5$  (amplitud) + 27

Durada (ms) en amplituds de  $>15^{\circ} = 3,9$  (amplitud) + 13



## Referències

COLLEWIJN, Han.; ERKELENS, Casper J.; STEINMAN, Robert M. (1988): Binocular co-ordination of human vertical saccadic eye movements. *The Journal of physiology*, 404(1):183-197.

HOLMQVIST, Kenneth, *et al.* (ed.) (2011): Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. *OUP Oxford*.

→2



# Patrons oculomotors durant la lectura

En general, quan llegim un text, els nostres ulls estan realitzant contínuament una seqüència de moviments sacàdics i de fixacions oculars. Aquestes fixacions permeten extreure la informació del text escrit, mentre anem avançant en la lectura mitjançant els moviments sacàdics. En aquest capítol, explicarem la dinàmica oculomotora que es produeix durant la lectura i quin comportament tenen les fixacions oculars. A part, atès que normalment la lectura es fa en una visió propera, haurem de tenir en compte els processos de vergència ocular per estudiar com es comporten durant el procés lector.

## 2.1. Moviments sacàdics

Els moviments oculars sacàdics són els que permeten canviar la posició de la fòvea durant la lectura del text amb l'objectiu d'extreure'n la informació escrita (a través de les fixacions) i avançar en el text (mitjançant els sacàdics). Cada sacàdic, per tant, va precedit d'una fixació, de manera que tots dos sistemes han d'anar treballant de manera conjunta. Ara bé, els sacàdics oculars es van movent al llarg del text i van variant tant l'amplitud, com la direcció i la durada.

Normalment, la durada de les fixacions visuals en adults acostuma a ser d'entre 200 i 250 ms (4-5 fixacions per segon) i els sacàdics, d'entre 10 i 40 ms. La majoria dels sacàdics van d'esquerra a dreta (en aquelles cultures en què la lectura és en aquesta direcció) i s'anomenen *prosacàdics*. En canvi, els sacàdics que va en direcció contrària es defineixen com a *antisacàdics*. El terme *antisacàdic* conté altres connotacions i, per evitar confusions, quan parlem del procés lector definirem l'antisacàdic com una regressió. Així, per exemple, quan es fa una refixació visual (és a dir, quan es torna endarrere en el text), es du a terme una *regressió sacàdica*.

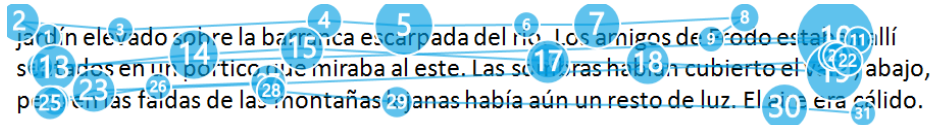
La majoria dels sacàdics són relativament curts i, de mitjana, cobreixen entre 7 i 10 lletres (8,2º, aproximadament) en els adults (Rayner, 1978). I, quan s'arriba al final d'una frase, hi ha un sacàdic d'alta amplitud que va del final de la frase al començament de la següent (per tant, conté elements tant horitzontals com



verticals). Aquests sacàdics s'anomenen *regressions d'inici*, per tal de diferenciar les regressions dins el text o d'una paraula). A la figura 2.1, es representa un patró típic de sacàdics i fixacions en un text, en què els cercles en blau indiquen les fixacions; en aquest cas, el nombre interior indica l'ordre dels sacàdics i les línies blaves, els sacàdics realitzats. De manera teòrica, durant la lectura se segueix una seqüència de sacàdics {S} i fixacions {F}, de forma que la successió "teòrica" és la següent:

$$S_T = \{F_1+S_1, F_2+S_2, F_3+S_3, \dots, F_n+S_n\}, \text{ on } \{F_n = \text{paraula}\}$$

Fig. 2.1.  
Patró típic de moviments oculars.



Com es pot veure a la figura 2.1, hi ha paraules que no han estat fixades (de la fixació n. 3 a la n. 4, o de la n. 29 a la n. 30); per tant, les hem saltat amb el sacàdic, però això no indica que no s'hagin llegit. Aquest fet està relacionat amb la llargada de les paraules i amb la posició de la fixació prèvia. Definirem cada error sacàdic en la seqüència teòrica de sacàdic-fixació ( $S_T$ ) com una *omissió* (la paraula no es fixa o se salta; per tant,  $\{F_n \neq \text{paraula}\}$ ) i una *regressió* (es fan dos sacàdics a la mateixa paraula; per tant,  $S_T \neq \{F_n+S_n\}$ ).

### Omissions

Les omissions es defineixen quan no es realitza una fixació de la paraula o de grups de paraules i, per tant, el sacàdic hi passa per sobre. A l'esquema següent, es detalla una ommissió sacàdica entre les paraules "Avui" i "dia".

Avui fa un bon dia

Recordem que això no vol dir que no es llegeixi la paraula ja que, com veurem més endavant, la parafròvea ajuda a interpretar les paraules més perifèriques i també actua en els casos d'omissions sacàdiques. La majoria de les omissions es produeixen en les paraules més curtes i tenen una relació inversa amb la seva extensió: com més llargues són les paraules, menys probabilitat hi ha de saltar-les. Alguns estudis indiquen una probabilitat del 76 % de saltar-se una paraula d'1-2 lletres, del 42 % per a les de 4 lletres i del 5 % per a les de 9-10 lletres (Vitu *et al.*, 1995). Ara bé, la probabilitat de saltar-se una paraula també depèn de la localització prèvia de la fixació anterior, és a dir, on ha "aterrat" en el text la fixació anterior. Si la fixació s'ha produït a les zones de les primeres lletres, la probabilitat de saltar-se una paraula de 5 lletres serà del 65 %; en el cas de les paraules d'entre 7-8 lletres, serà del 30 %, i en les paraules de  $\geq 10$  lletres, la probabilitat serà gairebé nul·la (Brysbart i Vitu, 1998). Per tant, a l'hora de visualitzar els registres dels moviments oculars, hem de tenir en compte que és normal que es produeixin omissions i, sobretot, no confondre les omissions sacàdiques amb les omissions lectores (no dir la paraula en llegir en veu alta).

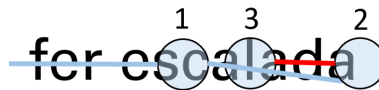
Les omissions varien segons l'edat: a mesura que els nens es van fent més grans, augmenten les probabilitats d'omissions i l'amplitud dels sacàdics (Huestegge *et al.*, 2009; Haikiö *et al.*, 2009).



Quan es duen a terme estudis de moviments oculars, és important saber quin text s'ha utilitzat per fer el mesurament, atès que la mida de les paraules pot influir en els patrons oculars. Si s'utilitzen textos diferents per a diferents edats cronològiques i cursos, es podran estudiar les possibles dificultats lectores dels diferents grups (Blythe *et al.*, 2006), però si s'utilitza un mateix text per a diferents edats es podran estudiar els patrons oculars de manera aïllada (Blythe *et al.*, 2009). En general, els estudis indiquen que, en absència de problemes d'aprenentatge, els nens arriben a assolir uns patrons oculars similars als dels adults al voltant dels 11 anys (Liversedge *et al.*, 2011). En termes d'amplitud sacàdica, hi ha estudis que indiquen que entre els 8 i els 9 anys es fa una mitjana de 3,2° (Haikiö *et al.*, 2009) i dels 7 als 11 anys es realitza una mitjana de 7,1° (Blythe *et al.*, 2006), mentre que l'amplitud mitjana en els adults és de 8,2°, aproximadament.

### Regressions

Les regressions es defineixen quan es realitza un antisacàdic dins de la mateixa paraula (intraregressió) o la mateixa frase (interregressió), en direcció contrària al sentit lector. A l'esquema següent, s'il·lustra una regressió sacàdica dins de la mateixa paraula. La regressió s'indica amb una línia vermella i els nombres que hi ha a la part superior assenyalen l'ordre temporal del sacàdic. En aquest cas, el sacàdic 1-2 és prosacàdic, amb direcció positiva ( $\overline{s}$ ) i la regressió 2-3 en direcció contrària ( $\overline{s}$ ).



Durant la lectura, és normal que es facin regressions i això no està lligat a la relectura de paraules en veu alta. Els adults fan, de mitjana, un 21 % de regressions durant una lectura i els nens d'entre 6 i 7 anys, un 34 % (McConkie *et al.*, 1991). Aproximadament, el 70 % de les regressions són entre paraules i d'amplitud petita. Sembla ser que les regressions també depenen de l'amplitud del sacàdic previ: a més amplitud, més probabilitats que hi hagi una regressió (Vitu *et al.*, 1998). La majoria de regressions es fan quan el lector no ha acabat de comprendre el que acaba de llegir, però també serveixen de correcció sacàdica (en aquells casos en què l'amplitud sacàdica hagi estat massa gran respecte a la paraula que es llegia).

### Efecte de l'espaiat del text en els sacàdics lectors

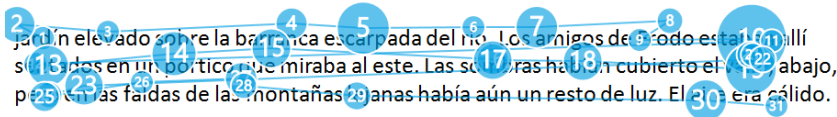
La mida de la lletra, l'interlineat (espai entre línies) i l'intraespaiat (espai entre lletres) canvia la dinàmica dels sacàdics en la lectura. A més, tal com veurem al capítol 3, té una importància especial en l'atenció visuoespacial. Hem de tenir en compte que l'amplitud dels sacàdics regula la quantitat de fixacions durant el procés lector i està relacionada amb la velocitat lectora (Shu *et al.*, 2011), és a dir, l'amplitud dels sacàdics augmenta proporcionalment amb l'espai de les frases i les lletres. Això tindrà implicacions també en el processament parafoveal (v. capítol 3). A l'exemple de la figura 2.2, es pot observar el patró de moviments



oculars en una mateixa persona. La part superior té un interlineat i un intraespaiat normals, mentre que a la part inferior la mida entre els espais es més petita. Es pot observar que els patrons oculars canvien significativament: a la part superior, en les 47 paraules que conté el text es realitzen 31 fixacions visuals (30 sacàdics), mentre que, a la part inferior, en les 39 paraules es fan 86 fixacions (85 sacàdics). Es pot observar clarament com l'amplitud dels sacàdics varia entre els dos textos.

Fig. 2.2. Exemple dels patrons de moviments oculars si es varia l'interlineat del text i l'espaiat entre les paraules. Els cercles blaus més grans indiquen que la fixació (ms) ha estat més elevada.

jardín elevado sobre la barranca escarpada del río. Los amigos de Frodo estaban allí sentados en un pórtico que miraba al este. Las sombras habían cubierto el valle, abajo, pero en las faldas de las montañas lejanas había aún un resto de luz. El aire era cálido.



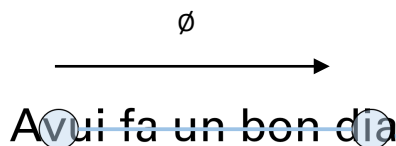
como reyes, terribles y espléndidos, y otros alegres como niños. Y la música y el canto... aunque no he tenido tiempo ni ánimo para escuchar mucho desde que llegamos aquí. Pero empiezo a conocer los recovecos de la casa.



### Supressió sacàdica

Cal tenir en compte que, mentre es fa el moviment sacàdic, la retina hauria de captar un moviment ràpid de tota la imatge; per contra, es percep una estabilitat visual sense cap moviment o difuminació. El mecanisme que ens ofereix aquesta estabilitat visual és la supressió sacàdica, que disminueix la sensibilitat cortical durant els moviments oculars (Chahine i Krekelberg, 2009), cosa que afecta la via magnocel·lular (Ross *et al.*, 1996).

Així doncs, aquesta supressió redueix l'*input* visual mentre es realitza el moviment sacàdic (Wurtz, 2008). Durant la lectura, hem de pensar que a cada sacàdic, la supressió visual s'activaria a cada "salt", de manera que la informació que se salta en principi se suprimeix visualment. A la imatge següent, se'n posa un exemple: entre les paraules "Avui" i "dia", les paraules "fa un bon" no s'haurien de processar, la qual cosa s'expressa amb el símbol "∅"; tanmateix, com veurem, això no passa en la realitat.





El grau de supressió visual és diferent segons l'amplitud del sacàdic ocular: per exemple, durant la lectura, l'amplitud del moviment ocular és molt baixa i la supressió sacàdica és menor (Gandhi, 2012); en canvi, amb els moviments oculars més grans de 33°, s'activa la supressió, recolzada per un parpelleig ocular, per tal d'obtenir una bona estabilitat del flux visual (Evinger *et al.*, 1994).

Durant la lectura, la supressió sacàdica, encara que sigui baixa, sembla que pot acomplir un paper important. Alguns estudis han demostrat que, en un sacàdic, hi pot haver un processament lèxic de les paraules (Irwin, 1998), cosa que han confirmat estudis posteriors (Yatabe *et al.*, 2009). També s'ha observat que aquesta supressió sacàdica, important per al reconeixement lèxic, està incidint en casos de dificultats lectores (Lovegrove, 1992). La pregunta que ens podem plantejar és si aquesta supressió sacàdica (originada pels moviments sacàdics) és important que es dugui a terme. Alguns estudis han observat mitjançant el paradigma de la presentació visual ràpida en sèrie (en anglès, *rapid serial visual presentation*), que consisteix a eliminar els sacàdics oculars amb la presentació seqüencial de les paraules, que els sacàdics i, sobretot, els processos parafoveals (v. [capítol 3](#)) són necessaris per a un bon procés lector (Degno *et al.*, 2019).

## 2.2. Moviments de fixació

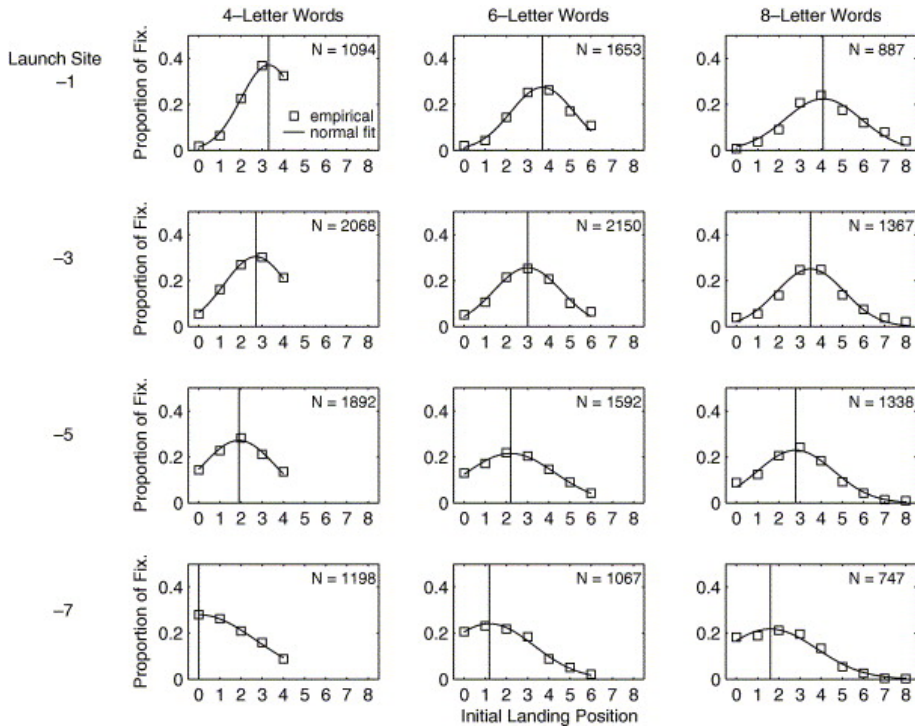
Els moviments de fixació són els que extreuen la informació del text i tenen una durada d'entre 200 i 250 ms. En aquest temps, el sistema visual identifica els grafemes que s'han visualitzat i es programa el sacàdic següent cap a la paraula següent del text. Cal tenir en compte que les fixacions no sempre "aterren" al mateix punt del text i/o a les mateixes paraules, sinó que depenen de les característiques del text que llegim. Per exemple, el *preferred viewing (landing) position effect*, que és l'efecte de la posició d'aterratge preferida (PAP), indica que les fixacions es duen a terme preferiblement al centre de les paraules que contenen fins a 5 lletres, però que es van movent cap a l'esquerra en les paraules més llargues (Radach i McConzie, 1998). L'efecte PAP també és present en infants de 6-7 anys (Joseph *et al.*, 2009). Aquest efecte està relacionat amb la zona de llançament de la fixació posterior, és a dir, quan els ulls s'acosten a l'inici d'una paraula, la distribució de probabilitat de l'aterratge de la fixació es desvia cap al final de la paraula. A la figura 2.3, es pot observar un exemple del que s'ha comentat; concretament, per cada increment d'una lletra en la distància de la zona central de llançament, la posició d'aterratge de la fixació es mou mitja lletra cap a l'inici de la paraula.

D'altra banda, també s'ha observat que la durada de les fixacions visuals augmenta quan són més al centre de les paraules curtes (5 lletres) i a l'esquerra de les paraules llargues (10 lletres) (Vitu *et al.*, 2001). A més, les refixacions (és a dir, tornar a fer una fixació visual dins la mateixa paraula) són menys probables quan els ulls s'han fixat inicialment al centre de la paraula (Vitu *et al.*, 2001).

En els infants, les fixacions duren més temps i es produeixen més refixacions en el text, però aquesta tendència va disminuint amb l'edat i amb l'experiència lectora (Liversedge *et al.*, 2004). A part d'aquests fets, s'ha observat que 60 ms de fixació són suficients per no interferir en la lectura, de manera que la durada restant de les fixacions sembla que és per acabar d'analitzar les propietats lingüístiques de la paraula fixada (Liversedge *et al.*, 2004).



Fig. 2.3.  
Exemple de l'efecte de la posició d'ateratge depenent de la zona de llançament i de la llargada de les paraules. Font: Nuthmann *et al.* (2005, p. 2209).



A la taula 2.1, es descriu la durada de les fixacions (ms) segons l'edat en els infants, en comparació amb els adults. Com es pot observar, la durada de les fixacions és més elevada en els infants que en els adults, cosa que indirectament indica el processament lingüístic que fem quan estem aprenent a llegir.

Taula 2.1.  
Mesuraments de les fixacions (ms) per rang d'edats en els infants i en els adults.

	6-7	7-8	8-9	Adults
<b>Häikio <i>et al.</i>, 2009</b>	260	235	210	205
<b>McConkie <i>et al.</i>, 1991</b>	432	268	262	200
<b>Joseph <i>et al.</i>, 2009</b>		283		235
<b>Huestegge <i>et al.</i>, 2009</b>			358	
<b>Blythe <i>et al.</i>, 2011</b>			253	240

A més, les durades de les fixacions són un indicador de la dificultat del processament semàntic i cognitiu durant la lectura. Certament, diversos estudis indiquen que la durada de les fixacions augmenta quan hi ha dificultats de processament lingüístic (Irwin, 2004; Henderson, Choi, 2015), raó per la qual sovint la durada de les fixacions (ms) és una variable que s'estudia molt en l'àmbit de la psicologia evolutiva i cognitiva de la lectura, i també s'han utilitzat com a indicador indirecte de la fatiga visual (Wang *et al.*, 2018).

Un efecte interessant dels moviments oculars i les funcions executives seria la tasca d'interferència de Stroop. Aquesta tasca es basa a crear una interferència



entre el nom de la paraula i el color en que està representada (Stroop, 1935). Vegem-ne un exemple a continuació:

Columna 1	Columna 2	Columna 3
Vermell	xxxxx	Blau
Blau	xxxxx	Verd
Groc	xxxxx	Groc
Verd	xxxxx	Blau
Vermell	xxxxx	Vermell

A la columna 1, estan disposades les paraules pintades amb el seu mateix color; per tant, d'una manera congruent. La segona columna representa l'estímul neutral, el color sense component lingüístic. I, a la tercera columna, les paraules estan pintades amb un color diferent del significat i, per tant, d'una manera incongruent. Per a cada columna, es calcula el temps i els errors, i se n'obté informació sobre les habilitats d'interferència de l'atenció. Normalment, la tercera columna és la que costa més, però aquest efecte només apareix quan les paraules estan escrites en les llengües maternes i es té un coneixement del significat lèxic de cada paraula.

Per aquest motiu, s'ha observat que la tercera columna no produeix tanta interferència en casos de dislèxia (Faccioli *et al.*, 2008), que implica un defecte en la inhibició de l'atenció i els mecanismes atencionals, que afecta també els adults amb dislèxia (Proulx *et al.*, 2015).

S'ha observat també que durant la realització de la tasca de Stroop no s'activen les mateixes àrees cerebrals en casos de dislèxia, sobretot en les àrees prefrontals (Sun *et al.*, 2011), àrees que estan estretament lligades amb el control dels moviments oculars (Gaillard *et al.*, 2020), les vergències i l'acomodació (Richter *et al.*, 2018) i l'atenció visual (Kam *et al.*, 2018).

Quant als moviments oculars, és important tenir en compte que la interferència creada a la columna 3 és més elevada quan es realitzen fixacions centrals a la paraula (Perret i Ducrot, 2010). Aquest fet té sentit, ja que les paraules que es presenten de manera aïllada es reconeixen amb més eficiència quan es fixen centralment (O'Regan *et al.*, 1984).

### Microsacàdics

Per introduir el concepte dels microsacàdics, abans hem de saber que les fixacions oculars mai no són "fixes", és a dir, que els ulls sempre estan en moviment, fins i tot quan estem realitzant fixacions. Les fixacions oculars són, doncs, moviments fixacionals, de caràcter inconscient i involuntari. Existeixen tres classes diferents d'aquests moviments: els microsacàdics, les derives i les tremolors. D'acord amb l'objectiu d'aquest llibre, ara ens centrarem només en els microsacàdics. Els microsacàdics són els moviments fixacionals més grans, es duen a terme entre 1 i 2 cops per segon i tenen una amplitud de  $\leq 1^\circ$  visual (per tant, es generen dins la fòvea).



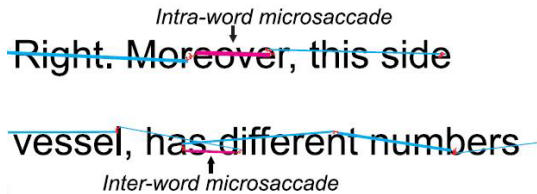
Els microsacàdics i els sacàdics són generats, en gran part, pel mateix sistema neurobiològic, com el nucli geniculat lateral (NGL), l'àrea V1 (Martínez-Conde *et al.*, 2000) i les àrees corticals extraestriades (Dimigen *et al.*, 2009); a més, mantenen la mateixa seqüència base que els sacàdics (Engbert *et al.*, 2006). La seqüència base és una relació lineal i paramètrica entre el pic de velocitat (°/s) i l'amplitud (°), que indica que, a més amplitud del sacàdic, més pic de velocitat. D'altra banda, s'ha estudiat que els microsacàdics són importants en l'estabilització visual (Costela *et al.*, 2014) i es veuen modulats per l'atenció visual (Laubrock *et al.*, 2005; Ryan *et al.*, 2019).

En un estudi, es van observar els patrons dels microsacàdics en 10 participants de 23 anys d'edat mitjana mentre llegien, i es van comparar amb els que presentaven mentre es miraven un punt central (Bowers *et al.*, 2017). Es va constatar que tots els participants també realitzaven microsacàdics durant la lectura, que ocupaven, de mitjana, entre 3 i 4 lletres i es donaven cada  $19,6 \pm 9,8$  paraules. Una observació important van ser que els microsacàdics disminuïen el doble durant la lectura, però la seva amplitud augmentava, com també els microsacàdics en direcció contrària al sentit lector (regressius).

Curiosament, l'ocurrència dels microsacàdics (que no són deguts a l'acte oculomotor dels sacàdics) estava inversament relacionada amb la velocitat lectora, és a dir, a menys velocitat lectora, més proporció de microsacàdics. D'altra banda, sembla que més del 50 % dels casos tendeixen a donar-se dins la mateixa paraula (intramicrosacàdics) i al voltant del 20 % entre paraules (intermicrosacàdics). A la figura 2.4, es presenta un exemple d'intramicrosacàdics i intermicrosacàdics en un text.

La majoria d'aquests microsacàdics eren també de forma regressiva, raó per la qual els autors van concloure que els microsacàdics tenen un paper important en la correcció dels sacàdics durant el procés lector.

Fig. 2.4. Exemple de microsacàdics entre paraules (intra) i entre paraules (inter). Adaptat de Bowers *et al.* (2019, p. 9).



### 2.3. Vergències oculars

Fem ara un càlcul teòric de manera prèvia. Si estem llegint un llibre a 40 cm, amb una distància interpupil·lar (DIP) de 64 cm, sense tenir en compte la distància vèrtex en cas de tenir ulleres, la convergència que realitzarem serà la següent:

$$\text{tg}(\delta) = \frac{3,2}{40} = 0,08 \rightarrow \text{arctag}(\delta) = 4,57^\circ \rightarrow (4,57^\circ \times 2) \approx 9,15^\circ \rightarrow \left( \begin{matrix} 0,57^\circ \\ 1\Delta \end{matrix} \right) \approx 16\Delta$$

Per tant, assumint una DIP de 64 cm, realitzarem una convergència de  $16 \Delta$  i una acomodació de 2,5D a 40 cm. Per realitzar el càlcul, també hem assumit



que, durant la lectura, el pla de referència (40 cm) es manté intacte, però en la realitat no és així, ja que ens anem movent contínuament durant el temps, encara que sigui poc, ja que s'han observat petites fluctuacions en el sistema acomodatiu durant la lectura (Harb *et al.*, 2006), fet que també es produeix en l'ús de les pantalles electròniques (Collier i Rosenfield, 2011). Sobre com afecten les vergències o els moviments oculars en les pantalles electròniques, en parlarem al capítol 5.

El sistema de vergències ha d'estar ben ajustat a la distància per a una fusió apropiada de les imatges, per bé que s'ha vist que, durant la lectura, el sistema de vergències presenta petites desviacions. Tots aquests petits errors de vergència es produeixen dins les àrees de Panum; per tant, són disparitats de fixació (en aquest cas, dinàmiques amb el temps). Per exemple, en un estudi es va observar una diferència de 20 minarc entre els dos ulls (1-2 lletres) (Becker *et al.*, 1999).

Kliegl *et al.* (2006) van enregistrar que el 41 % de les fixacions que es realitzen en un text són de tipus encreuat; en canvi, en un altre estudi es va observar que les proporcions de les disparitats de fixació durant la lectura d'un text eren les següents: el 53 % eren alineades; el 8 %, encreuades, i el 39 %, no encreuades (1,9 lletres de diferència), és a dir, la majoria de les disparitats de fixació eren exodisparitats de fixació (Liversedge *et al.*, 2006). A la figura 2.5, es pot veure un exemple de les diferents disparitats de fixació que es poden trobar al llarg del procés lector.

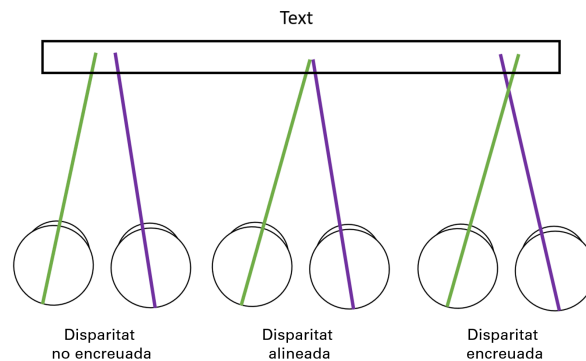


Fig. 2.5. Classes de disparitats de fixació que es poden trobar al llarg del procés lector.

A més, alguns estudis també han observat que la mitjana inicial de la disparitat de fixació en iniciar la fixació ocular era diferent que en acabar-la (és a dir, durant els 200-250 ms de temps); per exemple, Jainta *et al.* (2010) van observar que la mitjana inicial era de  $21,5 \pm 22,7$  minarc i la final, de  $16,9 \pm 20,9$ , amb una alta correlació amb el temps de la fixació ( $r = 0,96$ ,  $p < 0,01$ ). De manera interessant, van veure que durant el sacàdic ocular també hi ha canvis en la disparitat de fixació, els ulls tendeixen a divergir en el 59 % dels casos i a convergir en el 37 % del valor de  $9,3 \pm 7,9$  minarc i  $12,1 \pm 6,4$  minarc, respectivament, amb una correlació amb l'amplitud sacàdica ( $r = 0,59$ ,  $p = 0,01$ ).

Aquesta variació en les vergències està relacionat amb els sacàdics lectors, ja que són un sistema que treballa conjuntament i de manera coordinada (Yang i Kapoula, 2004; Vernet i Kapoula, 2009). Per exemple, la latència sacàdica disminueix en distàncies més properes (al voltant de 20 ms, amb un canvi de 130 cm



de distància) (Yang *et al.*, 2002), en què també depèn del tipus de direcció sacàdica (Coubard i Kapoula, 2008).

## Referències

BECKER, Wolfgang; DEUBEL, Heiner; MERGNER, Thomas (ed.) (1999): *Current Oculomotor Research: Physiological and Psychological Aspects*. Springer Science & Business Media.

BLYTHE, Hazel I., *et al.* (2006): "The binocular coordination of eye movements during reading in children and adults". *Vision Research*, 46(22): 3898-3908.

BLYTHE, Hazel I., *et al.* (2009): "Visual information capture during fixations in reading for children and adults". *Vision Research*, 49(12): 1583-1591.

BOWERS, Norick R.; POLETTI, Martina (2017): "Microsaccades during reading". *PLoS One*, 12(9).

BRYLSBAERT, Marc; VITU, Françoise (1998): "Word skipping: Implications for theories of eye movement control in reading". A: *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*. Elsevier Science Ltd, p. 125-147.

CHAHINE, George; KREKELBERG, Bart (2009): "Cortical contributions to saccadic suppression". *PLoS One*, 4(9).

COLLEWIJN, Han; ERKELENS, Casper J.; STEINMAN, Robert M. (1988): "Binocular coordination of human horizontal saccadic eye movements". *The Journal of Physiology*, 404(1): 157-182.

COLLIER, Juanita D.; ROSENFELD, Mark (2011): "Accommodation and convergence during sustained computer work". *Optometry. Journal of the American Optometric Association*, 82(7): 434-440.

COSTELA, Francisco M., *et al.* (2014): "Fixational eye movement correction of blink-induced gaze position errors". *PLoS One*, 9(10).

COUBARD, Olivier A.; KAPOULA, Zoi (2008): "Saccades during symmetrical vergence". *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 246(4): 521-536.

DEGNO, Federica, *et al.* (2019): "Parafoveal previews and lexical frequency in natural reading: Evidence from eye movements and fixation-related potentials". *Journal of Experimental Psychology: General*, 148(3): 453.

DIMIGEN, Olaf, *et al.* (2009): "Human microsaccade-related visual brain responses". *Journal of Neuroscience*, 29(39): 12321-12331.

ENGBERT, Ralf (2006): "Microsaccades: A microcosm for research on oculomotor control, attention, and visual perception". *Progress in Brain Research*, 154, p. 177-192.

EVINGER, Craig, *et al.* (1994): "Not looking while leaping: the linkage of blinking and saccadic gaze shifts". *Experimental Brain Research*, 100(2): 337-344.

FACCIOLI, Chiara, *et al.* (2008): "Poor readers but compelled to read: Stroop effects in developmental dyslexia". *Child Neuropsychology*, 14(3): 277-283.

GAILLARD, Corentin, *et al.* (2020): "Prefrontal attentional saccades explore space rhythmically". *Nature Communications*, 11(1): 1-13.

HÄIKIÖ, Tuomo, *et al.* (2009): "Development of the letter identity span in reading: Evidence from the eye movement moving window paradigm". *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(2): 167-181.



- HARB, Elise; THORN, Frank; TROILO, David (2006): "Characteristics of accommodative behavior during sustained reading in emmetropes and myopes". *Vision Research*, 46(16): 2581-2592.
- HENDERSON, John M.; CHOI, Wonil (2015): "Neural Correlates of Fixation Duration during Real-world Scene Viewing: Evidence from Fixation-related (FIRE) fMRI". *Journal of Cognitive Neuroscience*, 27(6): 1137-1145.
- HUESTEGGE, Lynn, *et al.* (2009): "Oculomotor and linguistic determinants of reading development: A longitudinal study". *Vision Research*, 49(24): 2948-2959.
- IRWIN, David E. (2004): "Fixation location and fixation duration as indices of cognitive processing". *The Interface of Language, Vision, and Action: Eye Movements and the Visual World*, 217, p. 105-133.
- IRWIN, David E. (1998): "Lexical processing during saccadic eye movements". *Cognitive Psychology*, 36(1): 1-27.
- JAINTA, Stephanie, *et al.* (2010): "Binocularity during reading fixations: Properties of the minimum fixation disparity". *Vision Research*, 50(18): 1775-1785.
- JOSEPH, Holly, *et al.* (2009): "Word length and landing position effects during reading in children and adults". *Vision Research*, 49(16): 2078-2086.
- KAM, Julia, *et al.* (2018): "Lateral prefrontal cortex lesion impairs regulation of internally and externally directed attention". *NeuroImage*, 175, p. 91-99.
- KLIEGL, Reinhold; NUTHMANN, Antje; ENGBERT, Ralf (2006): "Tracking the mind during reading: The influence of past, present, and future words on fixation durations". *Journal of Experimental Psychology: General*, 135(1): 12.
- LAUBROCK, Jochen; ENGBERT, Ralf; KLIEGL, Reinhold (2005): "Microsaccade dynamics during covert attention". *Vision Research*, 45(6): 721-730.
- LIVERSEDGE, Simon P., *et al.* (2006): "Binocular coordination of eye movements during reading". *Vision Research*, 46(15): 2363-2374.
- LIVERSEDGE, Simon P., *et al.* (2004): "Eye movements when reading disappearing text: Is there a gap effect in reading?" *Vision Research*, 44(10): 1013-1024.
- LIVERSEDGE, Simon; GILCHRIST, Iain; EVERLING, Stefan (ed.) (2011): *The Oxford Handbook of Eye Movements*. Oxford University Press.
- LOVEGROVE, William (1992): "Mechanisms underlying saccadic suppression in specifically disabled and normal readers". A: *Advances in Psychology*. North-Holland, p. 199-218.
- MARTÍNEZ-CONDE, Susana; MACKNIK, Stephen L.; HUBEL, David H. (2000): "Microsaccadic eye movements and firing of single cells in the striate cortex of macaque monkeys". *Nature Neuroscience*, 3(3): 251-258.
- MCCONKIE, George W., *et al.* (1991): "Children's eye movements during reading". *Vision and Visual Dyslexia*, 13, p. 251-262.
- O'REGAN, J. Kevin, *et al.* (1984): "Convenient fixation location within isolated words of different length and structure". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10(2): 250.
- PERRET, Patrick; DUCROT, Stéphanie (2010): "Viewing-position effects in the Stroop task: Initial fixation position modulates Stroop effects in fully colored words". *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(4): 550-555.



PROULX, Michael J.; ELMASRY, Hannah-May (2015): "Stroop interference in adults with dyslexia". *Neurocase*, 21(4): 413-417.

RADACH, Ralph; MCCONKIE, George W. (1998): "Determinants of fixation positions in words during reading". A: *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*. Elsevier Science Ltd, p. 77-100.

RAYNER, Keith (1978): "Eye movements in reading and information processing". *Psychological Bulletin*, 85(3): 618.

RICHTER, Hans O., *et al.* (2018): "Prefrontal cortex oxygenation evoked by convergence load under conflicting stimulus-to-accommodation and stimulus-to-vergence eye-movements measured by NIRS". *Frontiers in Human Neuroscience*, 12, p. 298.

ROSS, John; BURR, David; MORRONE, Concetta (1996): "Suppression of the magnocellular pathway during saccades". *Behavioural Brain Research*, 80(1-2): 1-8.

RYAN, Aimee Elizabeth; KEANE, Brendan; WALLIS, Guy (2019): "Microsaccades and covert attention: Evidence from a continuous, divided attention task". *Journal of Eye Movement Research*, 12(6).

SHU, Hua, *et al.* (2011): "Font size modulates saccade-target selection in Chinese reading". *Attention, Perception, & Psychophysics*, 73(2): 482-490.

STROOP, J. R. (1935): "Studies of interference in a letter naming task". *Bulletin of the Psychonomic Society*, 10, p. 31-34.

SUN, Jinyan, *et al.* (2011): "Reduced prefrontal cortex activation in the color-word Stroop task for Chinese dyslexic children: a near-infrared spectroscopy study". *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, p. 012034.

VERNET, Marine; KAPOULA, Zoï (2009): "Binocular motor coordination during saccades and fixations while reading: a magnitude and time analysis". *Journal of Vision*, 9(7): 2.

VITU, Françoise, *et al.* (2001): "Fixation location effects on fixation durations during reading: An inverted optimal viewing position effect". *Vision Research*, 41(25-26): 3513-3533.

VITU, Françoise, *et al.* (1995): "Mindless reading: Eye-movement characteristics are similar in scanning letter strings and reading texts". *Perception & Psychophysics*, 57(3): 352-364.

VITU, Françoise; MCCONKIE, George W.; ZOLA, David (1998): "About regressive saccades in reading and their relation to word identification". A: *Eye Guidance in Reading and Scene Perception*. Elsevier Science Ltd, p. 101-124.

WANG, Yonggang, *et al.* (2018): "How driving duration influences drivers' visual behaviors and fatigue awareness: A naturalistic truck driving test study". *Ethiopian Journal of Health Development*, 32(1).

WURTZ, Robert H. (2008): "Neuronal mechanisms of visual stability". *Vision Research*, 48(20): 2070-2089.

YANG, Qing; BUCCI, Maria Pia; KAPOULA, Zoï (2002): "The latency of saccades, vergence, and combined eye movements in children and in adults". *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(9): 2939-2949.

YANG, Qing; KAPOULA, Zoï (2004): "Saccade-vergence dynamics and interaction in children and in adults". *Experimental Brain Research*, 156(2): 212-223.

YATABE, Kiyomi; PICKERING, Martin J.; MCDONALD, Scott A. (2009): "Lexical processing during saccades in text comprehension". *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(1): 62-66.



→ 3



# Atenció visual i angles de reconeixement

L'atenció visuoespacial és l'habilitat que inicia i guia els patrons oculomotors durant la lectura. En aquest capítol, s'explica en què consisteix i com influeix en el procés lector, juntament amb l'efecte d'amuntegament, que està relacionat amb aquesta habilitat. També s'expliquen els angles de reconeixement lectors i s'incideix sobretot en la mecànica lectora i la seva relació amb els processos visuals.

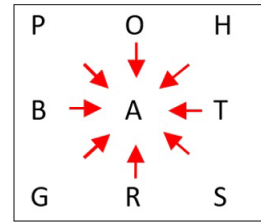
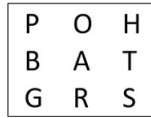
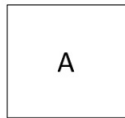
## 3.1 Atenció visuoespacial

L'atenció visuoespacial és l'habilitat d'orientar i seleccionar l'atenció en un espai específic. Per aquest motiu, l'atenció visual que es fa durant el procés lector s'anomena *atenció visuoespacial*. Específicament, aquesta habilitat se centrarà en la regió de l'espai que conté els elements que han de ser processats; en el cas de la lectura, les lletres del text.

Sobretot a l'etapa d'aprendre a llegir es requereix un mapeig fonològic i ortogràfic, però també calen canvis visuoatencionals entre els elements escrits. Per aquest motiu, a les primeres etapes lectores, les lletres dels llibres són més grans i estan més separades entre elles. Això no està relacionat amb el fet que amb 5-6 anys puguin reconèixer bé les lletres per agudesesa visual, sinó que és per facilitar els processos visuals i lingüístics a les primeres etapes lectores.

A mesura que es va avançant de curs, la mida de les lletres i l'espai entre elles van disminuint, és a dir, va augmentant l'efecte d'amuntegament (*crowding effect*). L'efecte d'amuntegament és l'habilitat o no d'identificar uns objectes entre d'altres del voltant (perifèricament), a causa del processament perceptiu que es du a terme a la fòvea i a la parafovea. Es mesura sobretot a través de la distància mínima que permet identificar l'objecte central.

A continuació, es posa un exemple d'estímul (lletra A) amb efecte d'amuntegament i sense. A la dreta, s'indica amb fletxes vermelles la interacció de cada lletra perifèrica en la lletra central "A".



Per aconseguir un aïllament complet (sense efecte d'amuntegament), una lletra ha d'estar separada de les altres amb una excentricitat (separació angular) mínima de 0,4-0,5°, i aquest efecte augmenta amb l'excentricitat. Aquesta relació es coneix amb el nom de *lletra de Bouma* (Andriessen i Bouma, 1976). L'efecte d'amuntegament depèn específicament de la localització en què es troben i també de les formes dels objectes del voltant (Rosen *et al.*, 2014). En el cas de la lectura, aquest fet és important ja que la font de la lletra pot modificar aquest efecte. Ara bé, cal tenir en compte que dins de la fòvea també es produeix un efecte d'amuntegament, de l'ordre de 3-6 minarc (Coates *et al.*, 2018), que no afecta els processos lectors, ja que depenen majoritàriament de la parafovea i l'atenció visuoespacial.

Si augmentem l'efecte d'amuntegament, és a dir, disminuïm la distància crítica entre els objectes del text, això es traduirà en unes lletres i unes frases més properes entre elles, fet que incrementarà la demanda d'atenció en el procés lector. Aquest és un dels motius pels quals l'efecte d'amuntegament està relacionat amb l'atenció visuoespacial, i té la seva importància en els casos de dificultat lectora, com es veurà al capítol 4.

D'altra banda, l'atenció visuoespacial es pot dividir en dues grans referències: l'egocèntrica i l'al·locèntrica. L'egocèntrica és l'atenció visual dirigida a un espai concret, amb moviment de cos i objectes, mentre que l'al·locèntrica és la representació espacial en l'ambient a què s'ha de dirigir l'atenció. La interacció dels dos sistemes permet el processament espacial.

Un dels tests per avaluar l'atenció visuoespacial al·locèntrica es fa a través de la bisecció de línies. Aquest test consisteix a presentar diverses línies (normalment 10) de mida diferent i demana que s'indiqui una marca just a la meitat de cada línia.

El percentatge d'error es pot calcular a través de l'expressió següent:

$$P.error = \frac{(b - a)}{100a}$$

on  $a$  és la distància just a la meitat de la línia i  $b$  és la distància a l'inici de la línia a la marca del llapis realitzada (Scarisbrick *et al.*, 1987). S'ha observat, però, que aquest test depèn de la dominància manual (dretana o esquerrana): els dretans tendeixen a desviar-se més cap a la dreta, i a la inversa (Ickx *et al.*, 2017).

D'altra banda, el desenvolupament correcte de l'atenció visuoespacial és crucial per obtenir unes bones habilitats lectores (Casco *et al.*, 1998; Roach i Hogben, 2007). S'ha observat que una mala atenció visuoespacial, avaluada amb tasques



de cerca visual, està relacionada amb futures dificultats lectores en nens i nenes d'etapes prelectores, d'entre 5-6 anys (Franceschini *et al.*, 2012). Per tant, la capacitat de saber seleccionar i orientar l'atenció en el text sembla que és una habilitat imprescindible en la lectura.

A l'exemple següent (v. figura 3.1), es mostra un esquema de com treballa l'atenció visuoespacial durant la lectura, que és una etapa prèvia que orientarà i guiarà els sacàdics oculars. La zona en què la fòvea s'està fixant (el grup de grafemes) es representa per l'anotació {N}, i les contigües {N+1} o {N-1}, segons la disposició a la dreta o a l'esquerra de les paraules, respectivament. Per tant, des de la perspectiva espacial, el grup de lletres i/o paraules es podrien expressar de la manera següent: {N±1, N±2..., N±n}, essent *n* el grup de lletres i/o paraules finals del text.

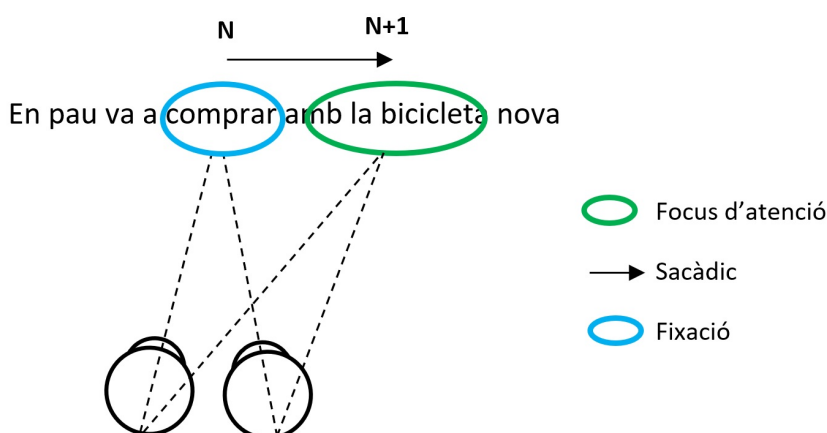


Fig. 3.1.  
Esquema de l'atenció visuoespacial durant el procés lector.

### 3.2 Angles de reconeixement

Quan parlem d'*angles de reconeixement* lector, ens referim a la limitació perceptiva i atencional que es produeix durant la seqüència de fixacions i sacàdics lectors. Dintre dels angles de reconeixement, es poden identificar tres angles diferents, que s'anomenen *span* ja que, pel que fa a l'atenció, són un focus d'atenció similar al coll d'una ampolla de vidre. Entre aquests, tenim l'*span* perceptual, l'*span* visual i l'*span* d'atenció visual (*VA span*). Els comentem individualment tot seguit.

#### **Span perceptual**

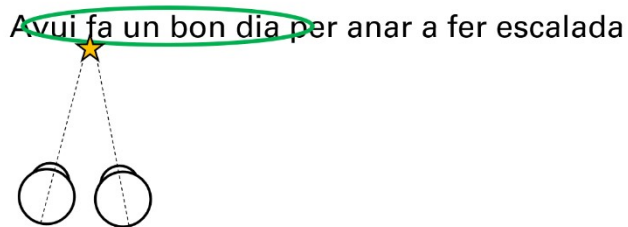
Va ser el primer angle de reconeixement que es va demostrar que indicava que durant cada fixació ocular es poden extreure un conjunt d'elements de manera simultània. Això es va demostrar a través del paradigma de la finestra en moviment de Rayner i Bertera (1979), que van observar quina és la màxima informació del text que es pot analitzar en cada fixació ocular.

L'experiment consistia a presentar un text emmascarat amb *x* que se sincronitzaven amb les fixacions oculars. Allà on el lector mirava, l'emascarament desapareixia, de manera que en podia llegir les lletres. L'*span* perceptual es va



definir com l'angle (o finestra) mínim que permetia seguir un procés lector normal. Aquest angle és asimètric i tendeix més cap a la dreta en el sentit lector (d'esquerra a dreta) respecte al punt de fixació (McConkie i Rayner, 1976).

Aquesta asimetria indica el benefici de la parafovea en guiar el procés lector, alhora que contribueix a guiar l'atenció visuoespacial cap a la dreta; per tant, és modulada per processos atencionals (Kliegl *et al.*, 2011). L'extensió de l'*span* perceptual no és constant durant la lectura, però de mitjana engloba entre 3 i 4 lletres a l'esquerra i 15 a la dreta respecte al punt de fixació (McConkie i Rayner, 1976). Si es fixa al lloc {N} i la paraula és curta, redueix la demanda d'atenció durant la fixació i redueix el benefici previ parafoveal a la regió {N+1}. Un exemple d'aquest angle es pot representar de la manera següent:

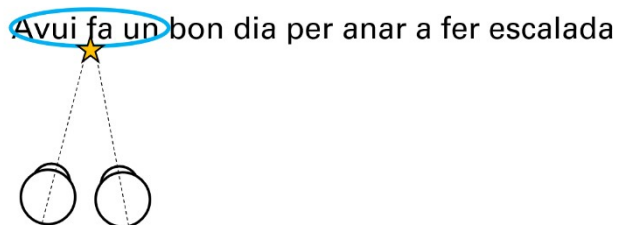


### Span visual

Aquest angle està relacionat amb el processament fisiològic de la fòvea. En termes de lectura, representa el nombre de lletres adjacents distribuïdes horitzontalment que es poden reconèixer sense moure els ulls (Legge *et al.*, 2007). És a dir, és un camp visual monocular i foveal aplicat al context lector, i està molt lligat amb la llei de Bouma i l'efecte d'amuntegament.

S'ha demostrat que existeix una alta relació entre la mida de l'*span* visual i la velocitat lectora (Legge *et al.*, 2001; Yu *et al.*, 2010), en què l'increment quantitatiu d'una lletra a l'*span* visual està associat a un augment del 40 % de la velocitat lectora (Legge *et al.*, 2007). Significativament, aquest angle no està relacionat amb els processos atencionals.

Abasta fins al reconeixement de 10 caràcters (5 a l'esquerra i 5 a la dreta respecte al punt de fixació ocular); per tant, és simètric (5°). Un exemple d'aquest angle seria:





### 3.3 *Span* d'atenció visual (*VA span*)

L'*span* d'atenció visual o *VA span* representa la finestra de distribució atencional en el processament de lletres en el text, que ajuda en el processament lèxic (Bundensen, 1990). Es defineix com el nombre de diferents elements visuals que es poden processar simultàniament durant una mateixa fixació, en una configuració de multielements (Bosse *et al.*, 2007). En els adults, s'estima que engloba cinc lletres de mitjana, de manera simètrica (4,65°). El *VA span* reflecteix la capacitat dels processos multi-elements amb una sola fixació visual.

El *VA span* contribueix al rendiment lector ja que permet l'extracció ortogràfica en la lectura guiada per processos d'atenció visual. Angles estrets de *VA span* s'han relacionat directament amb patrons anòmals de moviments oculars lectors (Prado *et al.*, 2007).

L'avaluació del *VA span* es fa mitjançant la presentació ràpida de cinc lletres amb majúscula, sense utilitzar les vocals.

Normalment, es fan servir aleatòriament lletres en majúscula, com B, P, T, F, L, M, D, S, R i H, localitzades centralment a la pantalla i separades 1 cm entre elles. Es presenta un punt central (3 mm) durant 1.000 ms; posteriorment, cinc lletres durant un temps de 200 ms, i finalment un distractor (que pot ser una pantalla blanca) de 50 ms. Posteriorment, s'indiquen les lletres que es recorden. Segons els estudis, el temps de presentació pot variar, però el més important és que les lletres que s'han de presentar estiguin en un interval de temps d'entre 200 i 300 ms per evitar moviments oculars associats.

A partir d'aquí, es poden demanar totes les lletres que es recordin (sense que n'importi l'ordre), que en seria la resposta global, o bé indicar una posició específica i que s'indiqui quina lletra hi anava, que en seria la resposta parcial. A la figura 3.2, es mostra un esquema de resposta global (a l'esquerra) i un de parcial (a la dreta).

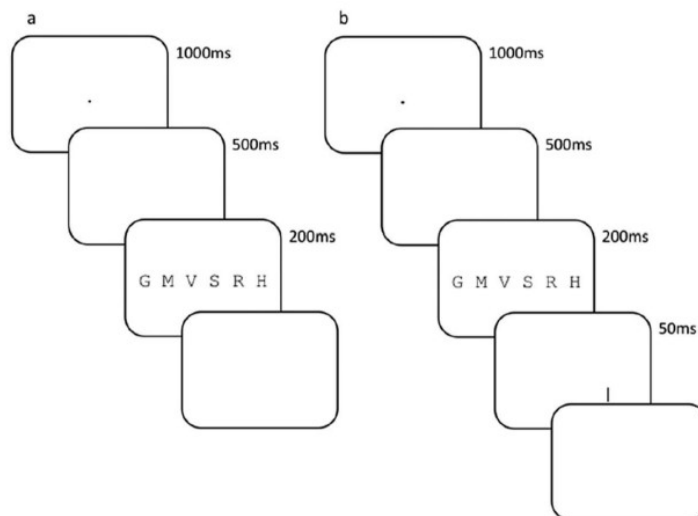


Fig. 3.2. Avaluació del *VA span*. Resposta global (esquerra) i parcial (dreta). Figura extreta de Frey *et al.* (2018).



El resultat del test s'indica amb dos percentatges: el primer de les lletres identificades a la cadena de 5 lletres i el segon a les 20 presentacions. Si, per exemple, s'han identificat correctament 34 lletres (sense importar-ne l'ordre) i 3 cadenes de 5 lletres correctes, en les 20 presentacions (5 lletres cadascuna), els percentatges serien els següents:

$$\text{Puntuació lletra} = \frac{\text{nre. lletres identificades}}{\text{nre. lletres totals}} = \frac{34}{100} * 100 = 34$$

I el percentatge d'identificació seria:

$$\text{Puntuació de cadena} = \frac{\text{nre. cadenes correctes}}{\text{nre. presentacions}} = \frac{3}{20} * 100 = 15$$

L'*span* perceptual intervé en el processament foveal i parafoveal; en canvi, tant l'*span* visual com el *VA span* són només a nivell foveal. Durant la lectura, la parafovea ajuda en el procés lector, extraient-ne informació ortogràfica; de fet, s'ha comprovat un benefici en el procés lector, ja que es llegeix més lentament si la paraula de la dreta no és visible (Blanchard *et al.*, 1989). Recordem, però, que els tres angles de reconeixement intervenen alhora durant el procés lector.

## Referències

- ANDRIESEN, J. J.; BOUMA, Herman (1976): "Eccentric vision: Adverse interactions between line segments". *Vision Research*, 16(1): 71-78.
- BLANCHARD, Harry E.; POLLATSEK, Alexander; RAYNER, Keith (1989): "The acquisition of parafoveal word information in reading". *Perception & Psychophysics*, 46(1): 85-94.
- BOSSE, Marie-Line; TAINURIER, Marie Josèphe; VALDOIS, Sylviane (2007): "Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis". *Cognition*, 104(2): 198-230.
- BUNDESEN, Claus (1990): "A theory of visual attention". *Psychological Review*, 97(4): 523.
- CASCO, Clara; TRESSOLDI, Patrizio E.; DELLANTONIO, Annamaria (1998): "Visual selective attention and reading efficiency are related in children". *Cortex*, 34(4): 531-546.
- COATES, Daniel R., *et al.* (2018): "Foveal crowding resolved". *Scientific Reports*, 8(1): 1-12.
- FRANCESCHINI, Sandro, *et al.* (2012): "A causal link between visual spatial attention and reading acquisition". *Current Biology*, 22(9): 814-819.
- FREY, Aline; BOSSE, Marie-Line (2018): "Perceptual span, visual span, and visual attention span: Three potential ways to quantify limits on visual processing during reading". *Visual Cognition*, 26(6): 412-429.
- ICKX, Gaétan; BLEYENHEUFT, Yannick; HATEM, Samar M. (2017): "Development of visuospatial attention in typically developing children". *Frontiers in Psychology*, 8, p. 2064.
- KLIEGL, Reinhold, *et al.* (2011): "Experimental effects and individual differences in linear mixed models: Estimating the relationship between spatial, object, and attraction effects in visual attention". *Frontiers in Psychology*, 1, p. 238.



LEGGE, Gordon E., *et al.* (2007): "The case for the visual span as a sensory bottleneck in reading". *Journal of Vision*, 7(2): 9.

McCONKIE, George W.; RAYNER, Keith (1976): "Asymmetry of the perceptual span in reading". *Bulletin of the Psychonomic Society*, 8(5): 365-368.

PRADO, Chloé; DUBOIS, Matthieu; VALDOIS, Sylviane (2007): "The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: impact of the visual attention span". *Vision Research*, 47(19): 2521-2530.

RAYNER, Keith; BERTERA, James H. (1979): "Reading without a fovea". *Science*, 206(4417): 468-469.

ROACH, Neil W.; HOGBEN, John H. (2007): "Impaired filtering of behaviourally irrelevant visual information in dyslexia". *Brain*, 130(3): 771-785.

ROSEN, Sarah; CHAKRAVARTHI, Ramakrishna; PELLI, Denis G. (2014): "The Bouma law of crowding, revised: Critical spacing is equal across parts, not objects". *Journal of Vision*, 14(6): 10.

SCARISBRICK, David J.; TWEEDY, James R.; KUSLANSKY, Gail (1987): "Hand preference and performance effects on line bisection". *Neuropsychologia*, 25(4): 695-699.

→ 4



# Dificultats lectores

En aquest capítol, es comenten els estudis que indiquen com són els patrons de moviments oculars, atenció visual i vergències visuals en casos de dificultats lectores. Quan parlem de dificultats lectores, ens referirem a la dislèxia del desenvolupament, que en aquest capítol anomenem simplement *dislèxia*.

## 4.1 Moviments oculars

Abans de parlar de com es veuen afectats els moviments oculars en casos de dificultats lectores, hem de considerar les contribucions de l'edat cronològica, el coeficient intel·lectual i l'experiència lectora, que podrien influir en els moviments oculars. A mesura que anem creixent, la nostra habilitat lectora també augmenta i, per tant, aquest fet s'ha de tenir en compte quan s'avaluen els patrons de moviments oculars de diferents grups d'edat, ja que les possibles diferències en els moviments oculars poden ser a causa de l'edat o de la pròpia experiència lectora de cada nen o nena. L'experiència lectora és important ja que, a mesura que l'habilitat lectora augmenta, els canvis en els moviments oculars reflectiran una disminució del procés cognitiu associat a la comprensió del text. De fet, s'ha observat que, en les tasques no lectores (importants per aïllar la variable de possibles dificultats fonològiques o lingüístiques), la latència sacàdica disminueix amb l'edat (Huestegge *et al.*, 2009), però no la precisió ni velocitat sacàdica, que s'ha vist que són similars en els infants i en els adults (Salman *et al.*, 2006).

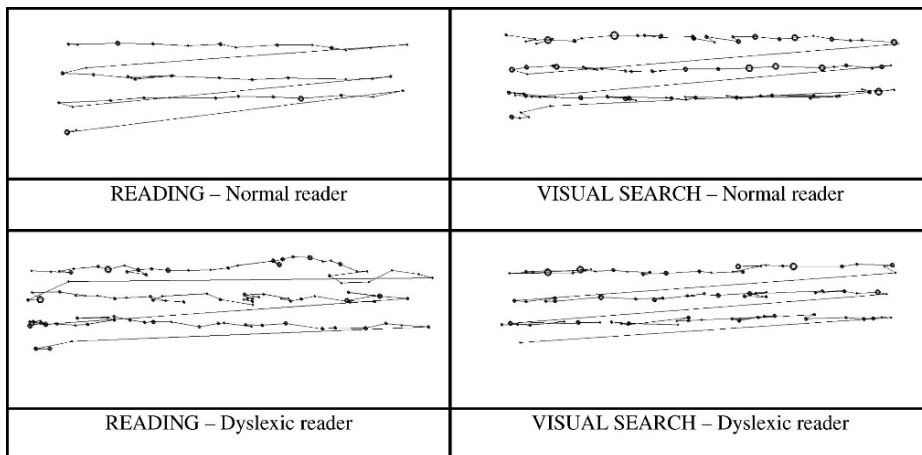
A part, s'han observat dèficits de maduresa en els moviments oculars en la dislèxia (Bucci *et al.*, 2008; Kapoula *et al.*, 2009). En aquests estudis, s'ha vist que el control de les habilitats oculomotores, aïllant-ne els factors lingüístics, tenen una alta latència. Aquests autors assenyalen un dèficit oculomotor a causa d'una immaduresa d'aquest sistema que dificulta el control dels moviments oculars, les fixacions i les vergències, i en dificulta la lectura. Tanmateix, d'altres estudis indiquen el contrari: de fet, els mateixos autors en un altre estudi no van trobar diferències en els moviments oculars del grup de dislèxia respecte als lectors normals, comparats per edats (Bucci *et al.*, 2009), cosa que confirma la importància de controlar al màxim les variables que s'han comentat anteriorment.



Aquestes controvèrsies poden ser degudes a la gran heterogeneïtat que s'observa en la dislèxia. Per aquest motiu, alguns autors indiquen que aquests dèficits visuals són més una conseqüència que la causa de la dificultat lectora (Shovman i Ahissar, 2006). En general, s'ha observat que els patrons de moviments oculars en la dislèxia es caracteritzen per unes fixacions oculars elevades, uns sacàdics d'amplitud més petita, unes latències més elevades i més regresions al llarg de la lectura del text (Biscaldi *et al.*, 1998; Hutzler i Wilmer, 2004; Bednarek *et al.*, 2006; Hawelka *et al.*, 2010), característiques similars a tenir una baixa experiència lectora.

Per exemple, Prado *et al.* (2007) van veure que, en el grup de dislèxia, es realitzaven més fixacions que tendien a la dreta, ( $F(1, 26) = 19,98, P < 0,001$ ), que afectaven la lectura de les lletres durant el text, cosa que indica que en la dislèxia es processen menys lletres en cada fixació, fet que està relacionat amb un baix *VA span*. A més reducció del *VA span*, més fixacions cap a la dreta hi ha. A la figura 4.1, es poden observar els patrons de moviments oculars comparant una tasca de lectura i de cerca visual (cercar una paraula concreta en el text, sense obligació de llegir-lo analíticament).

Fig. 4.1.  
Patrons de moviments oculars en dislèxia, en comparació amb un lector normal. Imatge extreta de Prado *et al.* (2007, p. 2527).



D'altra banda, sembla que l'habilitat d'escanejar d'esquerra a dreta es veu afectada en els casos de dislèxia. La mala estratègia en aquesta direcció (esquerra-dreta) pot ser un bon predictor de futurs problemes lectors (Ferreti *et al.*, 2003).

Estudiar els patrons de moviments oculars reflecteix la dificultat cognitiva associada al procés lector i pot ser important en l'estudi de les dificultats lectores. Tanmateix, a causa de la naturalesa de la dislèxia, encara no es pot afirmar que existeixi una relació de causalitat entre les dificultats lectores i els moviments oculars.

## 4.2 Atenció visuoespacial

En canvi, moltes investigacions ja consideren que una de les causes de la dislèxia és un dèficit en l'atenció visuoespacial (o atenció visual), independentment



de les habilitats de descodificació fonològica (Franceschini *et al.*, 2005; Vidyasagar i Pammer, 2010; Stein, 2014; Gori *et al.*, 2015; Gori *et al.*, 2016). Tot i així, fan falta més estudis de caràcter longitudinal per conèixer bé la incidència i l'efecte de l'atenció visual en la població diagnosticada de dislèxia. S'ha observat una dificultat a orientar i a seleccionar l'atenció visual durant la dislèxia (Facoetti *et al.*, 2000; Facoetti i Molteni, 2001), que està estretament relacionada amb unes habilitats de descodificació fonològica baixes per l'edat (Ruffino *et al.*, 2014). Aquesta habilitat de seleccionar i orientar l'atenció visual és asimètrica en el procés lector i té un afecte d'(in)atenció en l'hemicamp lector esquerre i una alta distracció en l'hemicamp dret, cosa que afecta el processament lèxic de les paraules i està associada a un dèficit en el lòbul parietal dret (Hilgetag *et al.*, 2011).

Per aquest motiu, és molt important en la lectura d'esquerra a dreta, ja que afecta directament el procés lector (Kinsey *et al.*, 2004). D'altra banda, aquest fet influeix directament en els moviments oculars, ja que l'atenció visual contribueix a la programació sacàdica (Hoffman i Subramaniam, 1995; Bellocchi *et al.*, 2013) i és un procés previ al processament lingüístic; per això, es dona molta importància a l'atenció visual, ja que la seva funció eficient fa que totes les habilitats posteriors (moviments oculars, fixacions, processament lingüístic) treballin correctament.

També s'ha observat un defecte atencional en l'hemicamp esquerre, conegut com a *negligència atencional (attentional neglect)* (Sireteanu *et al.*, 2005), que es veu afectat per un desenvolupament anòmal al còrtex parietal dret (Hari *et al.*, 2001). Per aquest motiu, alguns estudis indiquen que, en casos de dislèxia, s'observa una dificultat en l'atenció visuoespacial, que es reflecteix en tasques com ara la bisecció de línies (Waldie i Hausmann, 2010) o el dibuix de rellotges (Eden *et al.*, 2003). Aquestes línies de recerca convergeixen en la mateixa hipòtesi d'afectació de les vies magnocel·lulars en el sistema visual.

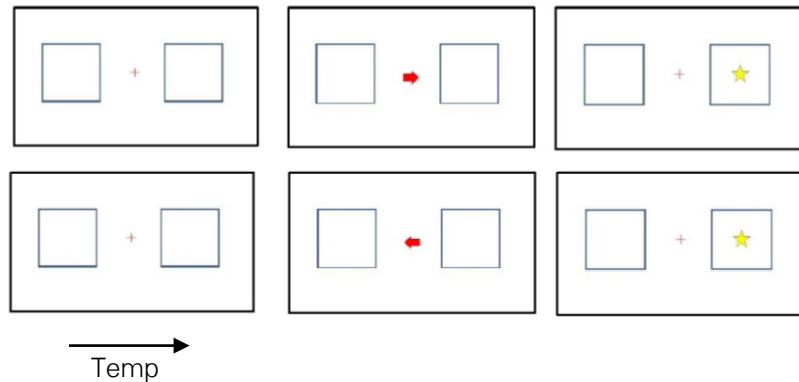
Una de les maneres d'investigar com s'orienta i se selecciona l'atenció visual és a través de la *tasca* o el *paradigma de Posner* (Posner, 1980). Consisteix a seleccionar un estímul orientat a l'esquerra o a la dreta però, abans d'aparèixer l'estímul, surt un distractor, que pot ser central (anomenat també *endogen*) o perifèric (anomenat *exogen*). Si aquest distractor apareix en el mateix sentit de l'estímul que se selecciona, es considera un senyal vàlid i, si és en sentit contrari, és un senyal invàlid. En totes les situacions, es calculen els temps de reacció (TR). A la figura 4.2, es reproduceix un esquema de la tasca de Posner amb pista vàlida i invàlida. A la part superior, s'observa que la pista central es mostra en el mateix sentit que l'estímul que se selecciona; per tant, és una pista vàlida. A la part inferior, es mostra una pista central invàlida. L'interval de presentació entre cada pantalla ha de ser breu, d'uns 200-300 ms.

En general, s'ha observat que la població amb dislèxia té més dificultat a orientar i a seleccionar l'atenció visual quan hi ha pistes perifèriques (Facoetti *et al.*, 2006), independentment dels moviments oculars (Roach *et al.*, 2008).

Recordem que aquesta dificultat en la (in)atenció perifèrica és especialment important durant el procés lector a través del processament parafoveal.



Fig. 4.2.  
Esquema de la tasca de  
Posner.



També s'ha observat una dificultat en la cerca visual entre distractors, que afecta sobretot la cerca en paral·lel, és a dir, quan l'atenció visual treballa de manera ràpida i automatitzada (Marendaz *et al.*, 1996), que pot ser deguda a un baix processament del VA *span* o un problema en l'atenció visual. En un estudi, s'ha observat una correlació entre la cerca visual (mitjançant una tasca de cancel·lació) i el rendiment lector: a més errors de cancel·lació, menys velocitat lectora (Casco *et al.*, 1998). A continuació, es proporciona un exemple de cerca visual entre distractors:

### Trobeu i encercleu la *d* al més ràpid possible

laiskfjgnbgjfnjwiruthfncjdkskaoqieurythgnvjdmksjdmal-  
qijwjdmdkslaoskkkroewkwsnvododfivnomojdonmpmoniqweouernvpcidejwen  
qoqoooodmiduenvoiduwnoqpdnvpaihfekrkoeiwhrnvmcnvmdjgutnadlkn-  
poqweioqjeqmwpso damoijaoidasdkapojdeqwiodiasmda

D'altres estudis corroboren que, en casos de dislèxia, la cerca visual se'n veu afectada (Vidyasagar i Pammer, 1999; lles *et al.*, 2000) i no depèn del llenguatge o del coneixement ortogràfic de les lletres (Sireteanu *et al.*, 2008). De manera interessant, Franceschini *et al.* (2012) van observar que la cerca visual predeia futurs problemes lectores. Concretament, van corroborar que, en les etapes prelectores, la cerca visual (i l'atenció visuoespacial) és crucial en el procés d'aprendre a llegir, independentment de les habilitats fonològiques.

Relacionat amb els processos atencionals hi ha el baix processament del VA *span* amb dificultats lectores. Aquest dèficit s'observa en la majoria de la població dislèxica i és independent de les habilitats fonològiques (Bosse i Valdois, 2009). El VA *span* contribueix, com ja hem vist al capítol 3, en l'extracció ortogràfica de la lectura. Aquest dèficit és purament visual (no verbal) (Lobier *et al.*, 2012) i afecta els moviments oculars sacàdics en el procés lector de manera directa (Prado *et al.*, 2007).

A més, s'ha relacionat amb les baixes capacitats d'atenció, atès que baixos *VA spans* reflecteixen una capacitat reduïda en les àrees parietals i temporals, específicament en el lòbul parietal esquerre (Peyrin *et al.*, 2011), i això no depèn de l'experiència lectora (Bosse *et al.*, 2007); tanmateix, també s'ha de tenir en compte que no tots els dislèxics tenen problemes en el *VA span*. Alguns estudis han mesurat quin hauria de ser el *VA span* normal per a l'edat. A partir d'una mostra de 107 participants de grau 1 (7 anys), 126 de grau 2 (9 anys) i 134 de grau 5 (11 anys), Bosse i Valdois (2009) van obtenir els resultats que es resumeixen a la taula 4.1.

Edat	Lletres $(\bar{x}) \pm SD$	C(%) $\pm SD$
7 anys (N=107)	57.00 $\pm$ 14.40	7.30 $\pm$ 13.90
9 anys (N=126)	78.10 $\pm$ 11.50	33.50 $\pm$ 24.00
11 anys (N=134)	84.10 $\pm$ 10.30	46.70 $\pm$ 26.30

Taula 4.1. Percentatge de lletres  $(\bar{x})$  i cadena C(%) per a cada grup d'edat avaluat. Dades extretes de Bosse *et al.* (2009).

Relacionat amb la cerca visual i l'atenció visual tenim l'efecte d'amuntegament o *crowding effect*, que ja hem vist al capítol 3. S'ha observat que la identificació de lletres esdevé més difícil en la dislèxia quan hi ha distractors al voltant (Spinelli *et al.*, 2002) i que, augmentant l'espai entre elles (disminuint-ne l'efecte d'amuntegament), millora el processament en els casos de dislèxia, però no en els lectors normals. El baix rendiment lector en dislèxia pot ser degut a la interacció del processament parafoveal en l'extracció de les formes durant el procés lector i es pot veure dificultat si existeixen problemes d'atenció. La dislèxia va acompanyada d'un gran dèficit en l'efecte d'amuntegament, que contribueix a la baixa velocitat lectora i als errors entre lletres.

S'ha observat que, si es redueix l'efecte d'amuntegament, la lectura en la dislèxia millora (Martelli *et al.*, 2009), però encara no se sap del cert si aquest efecte és causat per l'atenció visual. Certament, alguns autors assenyalen que, en disminuir l'efecte d'amuntegament, es redueix la quantitat d'atenció visual requerida i això facilita el procés lector (Zorzi *et al.*, 2012), però d'altres estudis han observat que, treballant l'efecte d'amuntegament, la lectura millora, però no l'atenció visuoespacial (Lee *et al.*, 2010).

A la figura següent, es mostra el tipus de text que es va fer servir en l'estudi de Zorzi *et al.* (2012). S'hi pot apreciar les diferències d'espai entre les lletres i les

**A**  
 ando la pera. La bambina asc  
 illo è magro. La quercia si tro  
 fiore è rosso. La bambina ave  
 ola. Il ragazzo non ha né capp  
 stanno saltando sopra il mur  
 no seduti e guardano verso la  
 terrazza potrebbero vedere tu  
 tetto della casa si vede anche  
 to, ma non il bicchiere. L'elef  
 o sul ramo dell'albero. La bar  
 è verde. I ragazzi raccolgono

**B**  
 . Il ragazzo che  
 lo è magro. La q  
 ella città. Non so  
 è rosso. La bam  
 stella, dentro cu  
 l ragazzo non ha

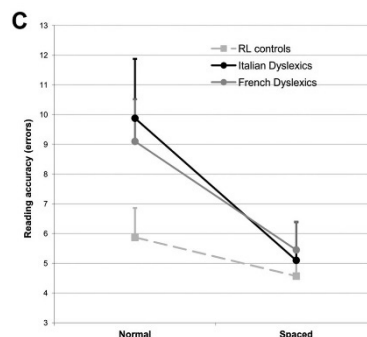


Fig. 4.3. Exemples de text amb diferents efectes d'amuntegament. El gràfic de la dreta indica els errors en la lectura. Imatge adaptada de Zorzi *et al.* (2012, p. 11456 i 11457).



paraules dels textos (A) i (B), essent aquest darrer el text amb menys efecte d'amuntegament. Comparats amb els dels lectors normals (sense diagnòstic de dislèxia), els errors de lectura (gràfic de la dreta) van disminuir considerablement en aquests grups de parla italiana i francesa.

### 4.3 Vergències oculars

S'observa una dificultat en les vergències oculars i en la coordinació binocular associada a la dislèxia, tant en els moviments voluntaris com en els reflexos (Bucci *et al.*, 2008a). Per exemple, Bucci *et al.* (2008b) van observar una baixa coordinació binocular durant i després de realitzar sacàdics oculars, i van assenyalar que els dos sistemes estan intrínsecament relacionats en el procés lector. Aquest fet ha estat corroborat amb estudis posteriors dels mateixos autors (Bucci *et al.*, 2012).

A més, en casos de dislèxia, durant la lectura sembla que la disparitat de fixació és més elevada, cosa que es pot associar a les dificultats tant de processament lingüístic, com atencionals o cognitives (Kirkby *et al.*, 2011). Ara bé, atesa la gran heterogeneïtat d'aquesta població, alguns estudis no hi han observat diferències en la precisió ni en la latència de les vergències (Bucci *et al.*, 2010) i no s'ha trobat que aquesta alta disparitat de fixació sigui causada per dificultats lectores (Przekoracka-Krawczyk *et al.*, 2017). D'altra banda, s'ha observat que les reserves fusional positives i negatives es podrien veure disminuïdes (Bucci *et al.*, 2012). En aquest estudi, basat en una mostra de 12 nens diagnosticats amb dislèxia ( $11 \pm 0,6$  anys), comparats amb un grup de control ( $N=9$ ) d'edat cronològica similar, els autors van observar que les amplituds de divergència i convergència de prop eren diferents ( $F(2, 28)=4,74$ ,  $p < 0,01$ , i  $F(2, 28)=4,47$ ,  $p < 0,02$ ) i que eren més baixes en el grup de dislèxia.

En un estudi transversal i multicèntric realitzat a través de l'Associació Catalana d'Optometria i Teràpia Visual (ACOTV), es van avaluar les reserves fusional positives i negatives de lluny i de prop. A més, als infants de menys de 12 anys, se'ls va preguntar si se'ls havia diagnosticat dislèxia. Les amplituds de vergència es van avaluar amb la barra de prismes a 6 m i a 40 cm, controlant-ne l'error refractiu, el sistema acomodatiu i la convergència visual. En total, la mostra concreta per a aquesta població va comptar amb un grup de dislèxia ( $N=6$ ), que es va emparellar amb un grup de control ( $N=6$ ) d'edat cronològica similar. A partir d'una anàlisi multifactorial, controlant l'edat ( $8,85 \pm 0,71$  anys) com a covariant (ANCOVA), es va obtenir que la recuperació BN en la visió de prop era estadísticament diferent ( $F(1, 12)=12,39$ ,  $p=0,007$ ) entre els dos grups ( $M_{\text{dislèxia}} = 6,00 \pm 3,57$ ,  $M_{\text{control}} = 12,33 \pm 2,94$ ).

Hauria estat interessant estudiar amb més detall les possibles diferències dins d'aquest grup pel que fa al coeficient intel·lectual, les habilitats fonològiques i la velocitat lectora, però sembla que, en general, s'observa una dificultat en el control binocular i de vergències en els casos de dislèxia, però no es pot afirmar que existeixi una relació de causa-efecte amb la baixa velocitat lectora.



## Referències

- BEDNAREK, Dorota B.; TARNOWSKI, Adam; GRABOWSKA, Anna (2006): "Latencies of stimulus-driven eye movements are shorter in dyslexic subjects". *Brain and Cognition*, 60(1): 64-69.
- BELLOCCHI, Stéphanie, *et al.* (2013): "I can read it in your eyes: What eye movements tell us about visuo-attentional processes in developmental dyslexia". *Research in Developmental Disabilities*, 34(1): 452-460.
- BISCALDI, Monica; GEZECK, Stefan; STUHR, Volker (1998): "Poor saccadic control correlates with dyslexia". *Neuropsychologia*, 36(11): 1189-1202.
- BOSSE, Marie-Line; TAINURIER, Marie Josèphe; VALDOIS, Sylviane (2007): "Developmental dyslexia: The visual attention span deficit hypothesis". *Cognition*, 104(2): 198-230.
- BOSSE, Marie-Line; VALDOIS, Sylviane (2009): "Influence of the visual attention span on child reading performance: a cross-sectional study". *Journal of Research in Reading*, 32(2): 230-253.
- BUCCI, Maria Pia, *et al.* (2012): "Immaturity of the oculomotor saccade and vergence interaction in dyslexic children: evidence from a reading and visual search study". *PLoS One*, 7(3).
- BUCCI, Maria Pia, *et al.* (2010): "Normal speed and accuracy of saccade and vergence eye movements in dyslexic reader children". *Journal of Ophthalmology*, vol. 2009.
- BUCCI, Maria Pia; BRÉMOND-GIGNAC, Dominique; KAPOULA, Zoï (2008a): "Latency of saccades and vergence eye movements in dyslexic children". *Experimental Brain Research*, 188(1): 1-12.
- BUCCI, Maria Pia; BRÉMOND-GIGNAC, Dominique; KAPOULA, Zoï (2008b): "Poor binocular coordination of saccades in dyslexic children". *Graefes Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 246(3): 417-428.
- CASCO, Clara; TRESSOLDI, Patrizio E.; DELLANTONIO, Annamaria (1998): "Visual selective attention and reading efficiency are related in children". *Cortex*, 34(4): 531-546.
- EDEN, Guinevere F.; WOOD, Frank B.; STEIN, John F. (2003): "Clock drawing in developmental dyslexia". *Journal of Learning Disabilities*, 36(3): 216-228.
- FACOETTI, Andrea, *et al.* (2006): "The relationship between visuo-spatial attention and non-word reading in developmental dyslexia". *Cognitive Neuropsychology*, 23(6): 841-855.
- FACOETTI, Andrea; MOLTENI, Massimo (2001): "The gradient of visual attention in developmental dyslexia". *Neuropsychologia*, 39, no 4, p. 352-357.
- FACOETTI, Andrea; PAGANONI, Pierluigi; LORUSSO, Maria Luisa (2000): "The spatial distribution of visual attention in developmental dyslexia". *Experimental Brain Research*, 132(4): 531-538.
- FERRETTI, Giovanni; MAZZOTTI, S.; BRIZZOLARA, Daniela (2008): "Visual scanning and reading ability in normal and dyslexic children". *Behavioural Neurology*, 19(1-2): 87-92.
- FRANCESCHINI, Sandro, *et al.* (2015): "'Shall we play a game?': Improving reading through action video games in developmental dyslexia". *Current Developmental Disorders reports*, 2(4): 318-329.
- GORI, Simone, *et al.* (2016): "Multiple causal links between magnocellular-dorsal pathway deficit and developmental dyslexia". *Cerebral Cortex*, 26(11): 4356-4369.



- GORI, Simone, *et al.* (2015): "The causal link between magnocellular-dorsal pathway functioning and dyslexia". *Journal of Vision*, 15(12): 195-195.
- HARI, Riitta; RENVALL, Hanna; TANSKANEN, Topi (2001): "Left minineglect in dyslexic adults". *Brain*, 124(7): 1373-1380.
- HAWELKA, Stefan; GAGL, Benjamin; WIMMER, Heinz (2010): "A dual-route perspective on eye movements of dyslexic readers". *Cognition*, 115(3): 367-379.
- HILGETAG, Claus C.; THÉORET, Hugo; PASCUAL-LEONE, Alvaro (2001): "Enhanced visual spatial attention ipsilateral to rTMS-induced 'virtual lesions' of human parietal cortex". *Nature Neuroscience*, 4(9): 953-957.
- HOFFMAN, James E.; SUBRAMANIAM, Baskaran (1995): "The role of visual attention in saccadic eye movements". *Perception & Psychophysics*, 57(6): 787-795.
- HUESTEGGE, Lynn, *et al.* (2009): "Oculomotor and linguistic determinants of reading development: A longitudinal study". *Vision Research*, 49(24): 2948-2959.
- HUTZLER, Florian; WIMMER, Heinz (2004): "Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography". *Brain and Language*, 89(1): 235-242.
- ILES, Jo; WALSH, Vincent; RICHARDSON, Alex (2000): "Visual search performance in dyslexia". *Dyslexia*, 6(3): 163-177.
- KAPOULA, Zoï, *et al.* (2009): "Free exploration of painting uncovers particularly loose yoking of saccades in dyslexics". *Dyslexia*, 15(3): 243-259.
- KINSEY, Kristofer, *et al.* (2004): "Magnocellular mediated visual-spatial attention and reading ability". *Neuroreport*, 15(14): 2215-2218.
- KIRKBY, Julie A., *et al.* (2011): "Reading text increases binocular disparity in dyslexic children". *PLoS One*, 6(11).
- LEE, Hye-Won, *et al.* (2010): "Training improves reading speed in peripheral vision: Is it due to attention?" *Journal of Vision*, 10(6): 18.
- LOBIER, Muriel; ZOUBRINETZKY, Rachel; VALDOIS, Sylviane (2012): "The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal". *Cortex*, 48(6): 768-773.
- MARENDAZ, Christian; VALDOIS, Sylviane; WALCH, Jean-Pierre (1996): "Dyslexie développementale et attention visuo-spatiale". *L'année psychologique*, 96(2): 193-224.
- MARTELLI, Marialuisa, *et al.* (2009): "Crowding, reading, and developmental dyslexia". *Journal of Vision*, 9(4): 14.
- PEYRIN, C., *et al.* (2011): "Superior parietal lobule dysfunction in a homogeneous group of dyslexic children with a visual attention span disorder". *Brain and Language*, 118(3): 128-138.
- POSNER, Michael I. (1980): "Orienting of attention". *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1): 3-25.
- PRADO, Chloé; DUBOIS, Matthieu; VALDOIS, Sylviane (2007): "The eye movements of dyslexic children during reading and visual search: impact of the visual attention span". *Vision Research*, 47(19): 2521-2530.
- PRZEKORACKA-KRAWCZYK, Anna, *et al.* (2017): "Unstable binocular fixation affects reaction times but not implicit motor learning in dyslexia". *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 58(14): 6470-6480.
- ROACH, Neil W.; HOGBEN, John H. (2008): "Spatial cueing deficits in dyslexia reflect generalised difficulties with attentional selection". *Vision Research*, 48(2): 193-207.



- RUFFINO, Milena, *et al.* (2014): "Spatial and temporal attention in developmental dyslexia". *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, p. 331.
- SALMAN, Michael S., *et al.* (2006): "Smooth pursuit eye movements in children". *Experimental Brain Research*, 169(1): 139-143.
- SEASSAU, Magali, *et al.* (2014): "Binocular saccade coordination in reading and visual search: a developmental study in typical reader and dyslexic children". *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 8, p. 85.
- SHOVMAN, Mark M.; AHISSAR, Merav (2006): "Isolating the impact of visual perception on dyslexics' reading ability". *Vision Research*, 46(20): 3514-3525.
- SIRETEANU, Ruxandra, *et al.* (2005): "Children with developmental dyslexia show a left visual 'minineglect'". *Vision Research*, 45(25-26): 3075-3082.
- SIRETEANU, Ruxandra, *et al.* (2008): "Impaired serial visual search in children with developmental dyslexia". *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1145(1): 199-211.
- SPINELLI, Donatella, *et al.* (2002): "Crowding effects on word identification in developmental dyslexia". *Cortex*, 38(2): 179-200.
- STEIN, John (2014): "Dyslexia: the role of vision and visual attention". *Current Developmental Disorders Reports*, 1(4): 267-280.
- VIDYASAGAR, Trichur R.; PAMMER, Kristen (2010): "Dyslexia: a deficit in visuo-spatial attention, not in phonological processing". *Trends in Cognitive Sciences*, 14(2): 57-63.
- VIDYASAGAR, Trichur R.; PAMMER, Kristen (1999): "Impaired visual search in dyslexia relates to the role of the magnocellular pathway in attention". *Neuroreport*, 10(6): 1283-1287.
- WALDIE, Karen E.; HAUSMANN, Markus (2010): "Right fronto-parietal dysfunction in children with ADHD and developmental dyslexia as determined by line bisection judgments". *Neuropsychologia*, 48(12): 3650-3656.
- ZORZI, Marco, *et al.* (2012): "Extra-large letter spacing improves reading in dyslexia". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(28): 11455-11459.

→ 5



## Lectura digital

En aquest capítol, es parla de com es comporten els patrons dels moviments oculars amb l'ús de les pantalles electròniques, i de les possibles variacions de vergència ocular. La lectura a través de dispositius digitals cada vegada és més freqüent, i una característica important és si aquesta lectura pot modificar aquests patrons, sense entrar a parlar dels processos lectors en si (comprensió i velocitat lectora).

### 5.1 Pantalles electròniques

Zambarbieri i Carniglia (2012) van estudiar les possibles diferències en els patrons oculars durant la lectura a través de l'ordinador comparada amb la lectura a través d'un iPad (de 1a generació), d'un Kindle DX (*printed book*) i d'un llibre imprès. Després de controlar les variables de la mida del text, la il·luminació, etc., van observar que la durada mitjana de les fixacions diferia en totes les condicions, però només l'ordinador presentava una mitjana diferent que la lectura d'un llibre imprès ( $223,5 \pm 84,8$  ms vs.  $215,8 \pm 92,1$  ms, respectivament), tot i que el comportament de la lectura, en general, no es va veure afectat en cap de les quatre condicions. D'altres estudis han comparat possibles diferències en els patrons dels moviments oculars en la lectura a través dels dispositius mòbils (tauletes gràfiques o llibres electrònics).

Siegenthaler *et al.* (2011) van comparar la durada de les fixacions en diverses modalitats de llibres electrònics (iRex iLiad, Bookeen Cybook, BeBook, Sony PRS-505 i ECTACO jetBook) i no hi van trobar diferències significatives, tot i que cal tenir en compte que en aquest estudi els participants podien triar la mida de la lletra que els resultés més confortable, de manera que la disposició de les pàgines variava entre els participants i això podia influir en els mesuraments. Ara bé, els mateixos autors van fer un estudi similar comparant un iPad amb dos models de llibres electrònics (Sony Reader PRS-505 i PRS-600), mantenint constant la mida del text, i tampoc no van trobar diferències en la durada de les fixacions (Siegenthaler *et al.*, 2012).



Tanmateix, Kretzchmar *et al.* (2013) van comparar la lectura en tres condicions diferents (llibre, tauleta gràfica i llibre electrònic) i van observar diferències en la durada de les fixacions per pàgina en la franja d'edat de 60 a 77 anys, però no en la de 21 a 34 anys.

Les possibles variacions en les vergències oculars estaran molt lligades a la distància d'observació –en aquest cas, la distància de lectura. Fins ara, no s'han vist canvis significatius en el sistema acomodatiu o la disparitat de fixació després d'estar 30 minuts davant de l'ordinador (Jaschinski-Kruza, 1993), ni en les reserves fusionals de prop al cap de 5 hores de visualització (Nyman *et al.*, 1985).

Ara bé, la distància de lectura sí que varia si s'utilitzen telèfons intel·ligents. Així, Bababekova *et al.* (2011) van observar una distància de lectura de 32,2 cm de mitjana (rang de 19 a 60 cm) i, en un altre estudi, de  $29,2 \pm 7,3$  cm (Long *et al.*, 2017), una dada interessant, atès que s'ha observat que, a distàncies properes, hi ha més probabilitat d'experimentar símptomes de fatiga visual (Long *et al.*, 2017). La distància de lectura pot variar segons la posició corporal: en un estudi (23 participants, edat:  $19,7 \pm 3,1$  anys), s'ha vist que, estirats al llit (cara amunt), la distància de lectura és menor ( $16,4 \pm 2,7$  cm) que asseguts ( $20,3 \pm 4,7$  cm) (Yoshimura *et al.*, 2017).

A la Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa, es va fer un estudi per observar les variacions de distància de manera no invasiva (a través d'un sensor d'ultrasons) durant diverses tasques (videojoc, treball acadèmic, lectura lliure per internet i visionament d'una pel·lícula) (Argilés *et al.*, 2016). A la figura 5.1, es presenten dos gràfics. El gràfic superior representa la variació de distància d'una persona que fa una tasca acadèmica durant 8 minuts, aproximadament, i el gràfic inferior, la mitjana i el pendent de distància/temps entre 12 participants. La línia blava indica la distància, mentre que la verda representa el càlcul teòric de variació acomodativa durant aquest temps. La línia de punts superior indica la distància de 40 cm i les dues de la part inferior (entre la línia verda) indiquen el rang  $\{-1,1$  D}. Al gràfic inferior, la línia blava representa el pendent de les dades de distància.

S'hi poden veure variacions de distància (rang: 32-63 cm), la qual cosa, a nivell teòric (suposant que estigués ben corregida i enfoqués adequadament al pla de la pantalla), representa una variació en el sistema acomodatiu de  $0,34 \pm 0,40$  D. A la part inferior, es pot observar la correlació entre la distància d'observació i el temps mentre feien un treball acadèmic 12 participants en total. S'observa que les variacions globals són molt petites, atès que el rang global de variació (amb un 95 % interval de confiança) oscil·la entre els 47,17 i els 58,25 cm, és a dir, uns 11 cm, aproximadament. La correlació entre totes les variables de distància és molt baixa ( $r(61)=0,18$ ,  $P=0,164$ ), amb un pendent de la corba de  $-0,004$ .

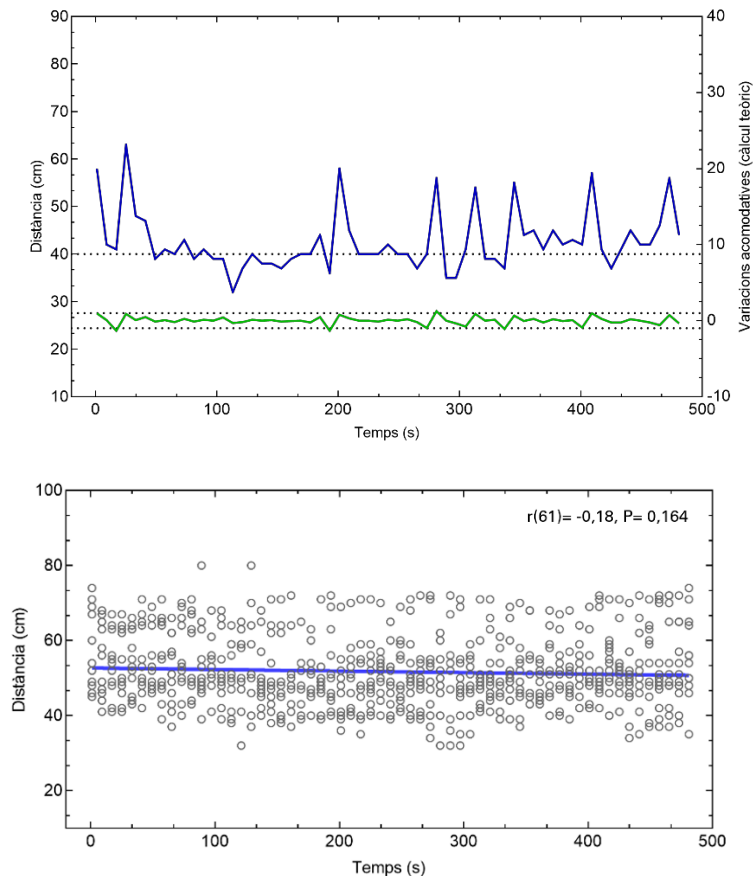


Fig. 5.1. Variacions de la distància d'observació durant la realització d'un treball acadèmic.

## Referències

- ARGILÉS, Marc, *et al.* (2016): "Real-Time Non-Intrusive Assessment of Viewing Distance during Computer Use". *Optometry and Vision Science*, 93(12): 1525-1531.
- BABABEKOVA, Yuliya, *et al.* (2011): "Font size and viewing distance of handheld smart phones". *Optometry and Vision Science*, 88(7): 795-797.
- JASCHINSKI-KRUZA, Wolfgang (1993): "Fixation disparity at different viewing distances of a visual display unit". *Ophthalmic and Physiological Optics*, 13(1): 27-34.
- KRETZSCHMAR, Franziska, *et al.* (2013): "Subjective impressions do not mirror online reading effort: Concurrent EEG-eyetracking evidence from the reading of books and digital media". *PloS One*, 8(2).
- LONG, Jennifer, *et al.* (2017): "Viewing distance and eyestrain symptoms with prolonged viewing of smartphones". *Clinical and Experimental Optometry*, 100(2): 133-137.
- NYMAN, Karl G.; KNAVE, Bengt G.; VOSS, Margaretha (1985): "Work with video display terminals among office employees: IV. Refraction, accommodation, convergence and binocular vision". *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 11(6): 483-487.



SIEGENTHALER, Eva, *et al.* (2011): "Comparing reading processes on e-ink displays and print". *Displays*, 32(5): 268-273.

SIEGENTHALER, Eva, *et al.* (2012): "LCD vs. E-ink: An Analysis of the Reading Behavior". *Journal of Eye Movement Research*, 5(3): 1-7.

YOSHIMURA, Michitaka, *et al.* (2017): "Smartphone viewing distance and sleep: an experimental study utilizing motion capture technology". *Nature and Science of Sleep*, 9, p. 59.

ZAMBARBIERI, Daniela; CARNIGLIA, Elena (2012): "Eye movement analysis of reading from computer displays, eReaders and printed books". *Ophthalmic and Physiological Optics*, 32(5): 390-396.



→ 6



# Teràpia visual

En aquest capítol, es comenten les eines que es poden treballar per mitjà de la teràpia visual en els moviments oculars, l'atenció visuoespacial i les vergències. Primer, es fa una cerca bibliogràfica de cada habilitat i, a continuació, s'exposen alguns exercicis per a cada habilitat, basats en la literatura científica.

## 6.1 Moviments sacàdics i atenció visuoespacial

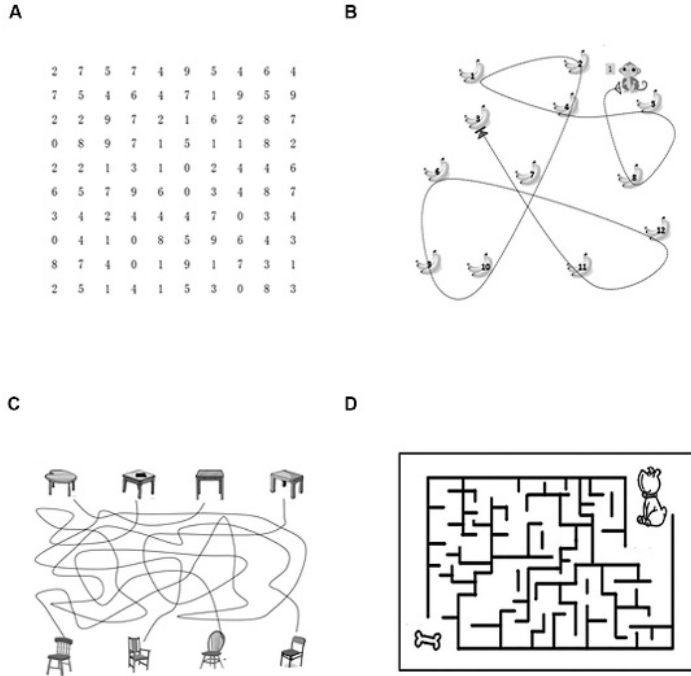
Fischer i Hartnegg (2000) van estudiar l'efecte de treballar els moviments sacàdics diàriament en 85 participants amb dislèxia (8-15 anys d'edat). Es va distribuir la mostra inicial en tres tasques o exercicis diferents. El primer grup va treballar les fixacions; el segon, la detecció de l'orientació d'un estímul que, de manera impredecible, anava saltant durant la pantalla i al qual s'havia de respondre abans que desaparegués (sacàdics), i al tercer se li presentava un element distractor (sacàdics + distractor). Cada dia, els tres grups treballaven entre 5 i 10 minuts, i l'estudi va durar tres setmanes. Els grups que van treballar els sacàdics van millorar significativament el seu rendiment oculomotor, però no es va estudiar l'efecte d'aquesta millora en la velocitat lectora. Els mateixos autors van fer un altre estudi similar en què van observar una disminució dels errors lectors en un 50 % (Fischer i Hartnegg, 2008).

Els exercicis que consisteixen en la cerca visual, es basen en la localització d'objectes i en l'atenció visuoespacial, que es consideren funcions específiques del domini de la via magnocel·lular (Boden i Giaschi, 2007). Tal com indiquen Qian i Hong-Yan (2015), els exercicis que es basen en la cerca visual i en el rastreig ocular podrien tenir un efecte positiu en la millora del procés lector en les dislèxies. A la figura 6.1, es mostra un exemple de les tasques que van assignar en l'estudi esmentat.

Com es pot veure, són exercicis clàssics de cerca visual i de seguiment ocular, que s'utilitzen en la teràpia visual.



Fig. 6.1. Exemples de cerca visual i de rastreig ocular per millorar la via magnocel·lular, utilitzats en l'estudi de Qian *et al.* (2015, p. 1529).



Les tasques de rastreig ocular i cerca visual estimulen el desenvolupament de la consciència parafoveal lectora i també milloren l'atenció visuoespacial (Solan *et al.*, 2004). Aquests exercicis contribueixen a treballar el processament múltiple d'elements i, per tant, estan relacionats també amb un treball de millora del VA *span* (Lobier *et al.*, 2012). A més, la identificació d'elements activa regions cerebrals que contenen l'atenció visuoespacial; per aquest motiu, els exercicis de cerca visual treballen moviments oculars i l'atenció visuoespacial (Reilach *et al.*, 2013). Altres exercicis que podrien millorar l'efecte d'amuntegament i el VA *span* a través de la cerca visual són la identificació de dobles (bigrames) o triplets (trigrames) de grups de lletres, entre d'altres distractors (Meng *et al.*, 2014).

**Per exemple:**

**Trobeu i encercleu "lis"**

Mcncajsdnaskdnsbfsadflisalkdnaiuhdweifnsdalislkanipufhwednali-  
sadrnfuiwehrttywelisdñkwaneffwuhbeflisdqnowerhwuylisndqwierrgwylisndqwiue  
rhgwueflisdnwiuegreflisdnwiebfuyoweflisdcnfsjdfhweflisdnqiuweh-  
liinqehgsklsiqkxcpasadadqwdqweterbwiruweorwewelisvdfngiuwehrweflisvndf  
gneriugliiwenrfhweflilvnweiuafhwefliscqwefwoecafwqe-  
oifjwovbdfbmwsfvalisasdfhweufrwliivpewfweflimwegnerliscqwfwepvm





## 6.2 Vergències oculars

Fer un treball de vergències pot millorar la qualitat dels moviments sacàdics oculars (Morize *et al.*, 2017) i, per tant, pot influir en el procés lector. Ramsay *et al.* (2014) van aplicar un programa d'entrenament de vergències (Retttcor) a dotze participants d'entre 13 i 14 anys d'edat als quals s'havia diagnosticat dislèxia. L'entrenament consistia a jugar amb un videojoc fent servir la tecnologia 3D, durant 15 minuts, tres cops a la setmana. El grup de control en va estar fent seguiments oculars a la mateixa distància. Al cap de cinc setmanes (3,75 hores de tractament en total), van observar una millora de les amplituds de vergència, tant de convergència com de divergència de prop, només en el grup experimental. Curiosament, també van observar una millora en les paraules llegides, de  $87,83 \pm 16,80$  a  $95,58 \pm 18,08$ .

Peyre *et al.* (2018) van controlar millor les variables (aleatoritzada i d'intervenció), però també van fer un entrenament de sacàdics, vergències, atenció visual i memòria, de manera que les possibles millores que hi va haver potser van ser degudes a la suma d'habilitats treballades, i no només a les vergències. En aquest estudi, no es va observar cap millora de la velocitat lectora, però sí que van millorar, al cap de tres mesos de control, les habilitats fonològiques i de memòria, per la qual cosa sembla que en aquest àmbit l'entrenament visual podria millorar també les habilitats de descodificació fonològica, i això confirmaria que el sistema visual és implícit en les habilitats auditives durant el procés lector.

Per contra, Daniel *et al.* (2016) van avaluar nou participants (edat:  $25,7 \pm 9,7$  anys) amb una alta simptomatologia visual (CISS  $\geq 20$ ) i amb disfuncions binoculars associades amb l'examen optomètric. Van treballar 35 minuts cada setmana, durant cinc setmanes (2,91 hores), les vergències visuals, de lluny i de prop, tant en convergència com en divergència. L'instrument que van fer servir (REMOBI) es basa en una taula de LED en què els participants havien de fer salts de vergència. Per als més familiaritzats amb la teràpia visual, aquest instrument s'assembla molt a una corda de Brock. A la figura 6.2, es pot veure un esquema d'aquest instrument. En acabar l'entrenament, la simptomatologia del CISS va millorar, com també els rangs de vergència, els sacàdics, les fixacions i les velocitats lectores dels participants, en passar d'una mitjana de  $83,11 \pm 20,19$  s a  $72,00 \pm 19,97$  s.

En relació amb les vergències i el control binocular, no s'ha observat cap canvi de forma directe en la velocitat lectora davant la demanda prismàtica horitzontal  $\{2,4 \text{ i } 6 \Delta\}$  o vertical  $\{1,2 \Delta\}$ ; per tant, la correcció prismàtica en casos d'heterofòria no contribuiria a incrementar la velocitat lectora de forma immediata (Dysli *et al.*, 2014).

Mitjançant la teràpia visual, i basant-nos en els estudis esmentats, alguns dels materials i dels procediments que es podrien aplicar serien:

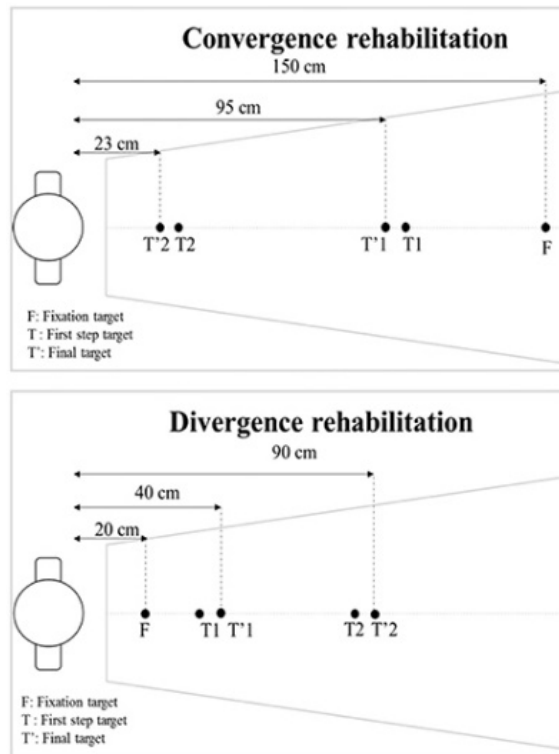


Fig. 6.2.  
Entrenament de vergències de l'estudi de Daniel *et al.* (2016).  
Figura adaptada de Daniel *et al.* (2016, p. 33)

- **Vectogrames/Anaglífics:** Amplitud i salts. Emfatitzar que la fusió sigui ràpida i precisa, sobretot en els salts  $\{\Delta BT, \Delta BN\}$ . Les làmines han de ser centrals (amb detalls acomodatius). S'aconsella treballar amb làmines que tinguin elements centrals d'antisupressió.
- **Salts prismàtics:**  $\{2,4,6,10,15 \Delta BT\}$ ,  $\{2,4,6,10 \Delta BN\}$ . Emfatitzar que la fusió sigui ràpida i precisa. S'aconsella treballar amb làmines que tinguin lletres centrals i diverses taules de Hart, amb efecte d'amuntegament i sense.
- **Corda de Brock:** Salts i amplitud en un rang mínim de  $\{20-150 \text{ cm}\}$ . En fer les amplituds, es treballarà l'estabilitat de les fixacions, si s'aguanten 3 segons com a mínim a cada bola.
- **Diana acomodativa:** S'aconsella treballar amb làmines que tinguin lletres centrals i diverses taules de Hart, amb efecte d'amuntegament i sense. L'objectiu és arribar a  $\geq 30$  salts binoculars, amb un canvi d'1 segon per a cada distància (equivalent a uns 15 cpm).

Tots els procediments de treball de les vergències i la coordinació binocular han de tenir elements que integrin, de forma paral·lela, altres habilitats. Per aquest motiu, s'ha de motivar a fusionar de manera ràpida i precisa, a més de disposar de diverses taules de Hart amb nivells d'efecte d'amuntegament diferents, i començar per la més fàcil, per exemple:



W	H	W	P	Z
R	N	Q	L	S
T	B	D	K	E
Y	V	F	J	F
U	C	G	M	G
J	X	H	B	T
H	Z	J	G	Y
G	A	K	F	U
F	S	I	D	J
T	E	O	S	B

O	F	N	P	V	D	T	C	H	E
Y	B	A	K	O	E	Z	L	R	X
E	T	H	W	F	M	B	K	A	P
B	X	F	R	T	O	S	M	V	C
R	A	D	V	S	X	P	E	T	O
M	P	O	E	A	N	C	B	K	F
C	R	G	D	B	K	E	P	M	A
F	X	P	S	M	A	R	D	L	G
T	M	U	A	X	S	O	G	P	B
H	O	S	N	C	T	K	U	Z	L

Q	B	P	L	K	M	N	B	H	B
V	H	B	G	R	V	C	F	E	D
C	X	G	H	J	U	Y	B	G	V
C	F	C	X	R	E	D	S	W	Q
A	Z	X	C	V	G	H	J	K	U
N	Y	T	G	V	H	M	J	U	B
T	V	R	C	D	E	P	M	O	N
I	B	U	Y	G	T	F	C	R	E
D	C	X	S	N	J	N	U	N	Y
H	B	G	V	G	F	C	F	T	F



+ Efecte amuntegament

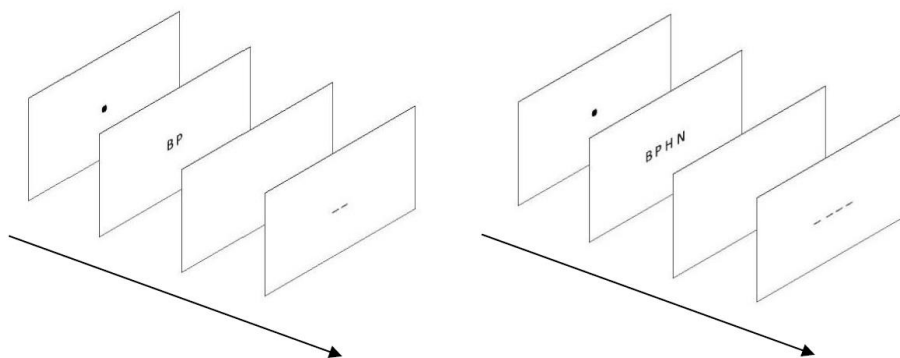
+ Dificultat

Curiosament, per ara, tots els estudis citats han treballat de forma binocular. Basant-nos en els estudis que indiquen que la lectura en condicions binoculars és més beneficiosa que la monocular (Jainta *et al.*, 2014) i que la programació sacàdica és binocular i s'acobla a nivell neurobiològic amb les vergències (Bucci *et al.*, 2006), aconsellem treballar sempre a nivell binocular en casos de dificultats lectores (llevat que hi hagi una ambliopia o una disfunció acomodativa prèvia) i, per tant, evitar la clàssica etapa monocular de teràpia visual per entrenar els moviments oculars.

Els estudis de les vergències oculars i la seva relació amb la millora del procés lector en casos de dislèxia no abunden, però sembla que un treball mínim d'unes 3 hores hauria de tenir un efecte positiu en la lectura. Tanmateix, cal tenir en compte també el tipus de material i els programes informàtics que s'utilitzen, ja que poden ser molt diferents entre ells. Per aquest motiu, recomanem al lector interessat que cerqui informació sobre els programes que hem comentat en aquest capítol i la contrasti amb el material que té a la seva consulta clínica.

### 6.3 Angles de reconeixement

En aquest apartat sobre l'atenció visual, es comenten algunes estratègies per millorar (ampliar) el *VA span*. Com ja s'ha dit, els exercicis de cerca visual també contribueixen a millorar-lo. La presentació ràpida de lletres i/o paraules, que es comença amb els nivells més baixos (1 lletra) i es va augmentant progressivament (fins a 5-6 lletres), permet millorar el *VA span* i el processament d'identificació en cadena, i així augmentar el rendiment lector (Lobier *et al.*, 2012; He *et al.*, 2013). La presentació ràpida (per exemple, de 200 ms) es fa per evitar els moviments oculars. Aquests tipus d'exercicis busquen incrementar al màxim l'extracció de la informació a nivell foveal i millorar el processament parafoveal. Tradicionalment, en teràpia visual, aquests exercicis són coneguts amb el nom de *taquistoscòpia*. Per exemple, una seqüència d'esquema d'exercici seria:



Quan es realitzen aquests exercicis de taquistoscòpia, cal tenir en compte diversos aspectes. En primer lloc, és important que el temps de presentació de les lletres i/o de les paraules sigui breu (rang 200-300 ms), per tal d'incentivar-ne el processament foveal i parafoveal. En segon lloc, la distància de treball i la mida de les lletres són factors clau. Si treballem a 40 cm i fem servir lletres grans (per exemple, Times New Roman 30), no estarem treballant a nivell central. D'altra banda, es poden introduir elements distractors entre la presentació de lletres i la resposta, per incrementar-ne el nivell.

A part de la taquistoscòpia de lletres, es pot incentivar paral·lelament el processament visual (i verbal, en aquest cas), realitzant taules de paraules per anar llegint de manera ràpida. Començant per 1 síl·laba, es pot anar incrementant fins a 4, segons l'edat. Una forma de treballar seria comptar les paraules per minut durant 1 minut cada dia i incentivar que cada cop es llegeixi al més ràpid possible. Les paraules en què es fessin errors es podrien repetir en acabar. Aquests tipus d'exercicis també incentiven l'accés al diccionari lèxic (Kim i Lai, 2012). Un exemple de taula de paraules seria aquest:

Casa	Porta	Vena	Pala	Taula	Volta	Cursa
Gelar	Pintar	Calar	Nadal	Hola	Poble	Deixar
Sentir	Fidels	Sorda	Impost	Pagar	Quan	Noble
Veure	Mateix	Sembla	Diners	Vostre	Sempre	Costat
Aturar	Topar	Pedra	Vidre	Cuca	Segle	Robot
Entrar	Pressa	Aquest	Crossa	Picar	Furiós	Saber
Conill	Pobre	Fillet	Fletxa	Pogués	Ajudar	Demà

També es poden crear taules de paraules (mínim, 3 lletres) de manera que algunes tinguin les lletres dels extrems pintades del mateix color. L'objectiu seria llegir només les paraules que tinguin pintades les lletres de l'extrem. D'aquesta forma, es pretén treballar la identificació de les paraules de forma central i també parafoveal. Per exemple:



Força	Dama	Arbre	Vista	Castell	Orgull	Cridar
Morat	Banda	Crema	Menjar	Heroi	Grisos	Rebre
Gravar	Concurs	Centre	Dreta	Torta	Grapa	Ocell

## 6.4 Videojocs d'acció

L'ús de videojocs d'acció com a possible eina d'ajuda en els problemes de lectura sorgeix de la literatura científica, que assenyalava que aquests tipus de videojocs d'acció podrien millorar les habilitats d'atenció visual, àdhuc en els adults (Green i Bavelier, 2003; Green i Bavelier, 2006). Específicament, l'habilitat visual que sembla que es podria modificar més és l'atenció visuoespacial, que és la responsable d'orientar i seleccionar l'atenció visual en un espai específic.

Jugar a videojocs d'acció permet modificar les habilitats d'aprenentatge i de control atencional (Green i Bavelier, 2012); per tant, indueix una forma de plasticitat neurològica a nivell cerebral (Bavelier *et al.*, 2012). Certament, els jugadors de videojocs d'acció sembla que tenen unes habilitats visuals superiors a les normals (Achtman *et al.*, 2008) i, arran d'aquest fet, s'ha investigat el seu possible ús en el sistema visual, per exemple per millorar l'ambliopia (Li *et al.*, 2011) i, més específicament, la sensibilitat al contrast (Li *et al.*, 2009).

Abans d'introduir el tema amb relació a les dificultats lectores, és important tenir en compte alguns conceptes previs relacionats amb els videojocs d'acció per arribar fer-ne un ús coherent per a la teràpia visual.

En primer lloc, al mercat actual hi ha molts tipus o "gèneres" de videojocs d'acció, entre ells els videojocs de rol (fantasia i estratègia en temps real), d'esports (i de conducció), de música, d'aventura, d'estratègia (de lògica i de simulacions de vida) i d'acció. Els videojocs d'acció, a més, poden ser de dos tipus diferents: en primera/tercera persona (per exemple, jocs com *Call of Duty*, *Halo*, *Counter-Strike* i *Battlefield*) o d'acció-rol (com *Fallout 4*, *GTA*, *Assassin's Creed* i *Tomb Raider*). Alguns videojocs, com el *Fornite*, es podrien classificar segons la versió del joc. *Fornite: Save the World* es podria considerar d'acció en primera/tercera persona, però *Fornite Creative* és un videojoc d'estratègia (lògica).

Un cop definit quin tipus de videojoc podria ser d'acció (recordem que és el gènere el que ens interessa estudiar, per a la seva eventual aplicació en teràpia visual), és important caracteritzar aquest tipus de gènere. Això vol dir que s'ha de definir el videojoc d'acció segons el seu domini perceptiu i cognitiu. En una metaanàlisi actualitzada (Bediou *et al.*, 2018), es defineixen les quatre característiques que ha de complir un videojoc perquè es pugui considerar d'acció (i tingui potencial per introduir modificacions a nivell atencional i cognitiu), que són les següents:

- a. Un ritme elevat en els objectes en moviment i en la transició d'esdeveniments, i la necessitat d'una resposta motora en un temps molt ajustat. Per exemple, moure ràpid el personatge, esquivar obstacles, recollir/col·leccionar ítems amb molta freqüència, etc.



- b. Un alt grau de càrrega perceptiva i motora, de memòria de treball i de planificació d'objectius (a nivell perceptiu i motor). Per exemple, precisió en els ítems que s'han de recollir o seleccionar, tenir en compte aspectes com ara el color, el contrast, la mida, la velocitat o les trajectòries impredecibles dels ítems.
- c. Èmfasi en l'atenció dividida en objectius distribuïts aleatòriament per l'espai i en la visió perifèrica. Per exemple, mantenir l'atenció en diverses coses alhora mentre es juga, respondre a un estímul donant diverses respostes alhora.
- d. Un alt nivell de distracció entre els objectes d'interès. Per exemple, la inclusió d'elements que dificultin discriminar els ítems per aconseguir una puntuació o un objectiu del joc.

Aquestes característiques fan que els videojocs d'acció no siguin estrictament aquells que normalment inclouen violència en el joc. Per exemple, els videojocs "ideals" per modificar l'atenció visuoespacial o induir la plasticitat neurològica semblarien jocs com *Call of Duty* o *Medal of Honor* (Belchior *et al.*, 2013) però, atenent la caracterització dels dominis perceptius i cognitius, s'ha vist que d'altres videojocs també poden complir aquestes característiques.

Els videojocs d'acció han de requerir decisions ràpides i precises, en un context d'escenes ràpides i impredecibles, de manera que requereixin una gran atenció i d'altres funcions executives. Així, jocs com *Super Mario Kart* o *Splatoon* entrarien dins el gènere de videojocs d'acció, però sense violència implícita. De fet, s'ha observat que jugar al *Super Mario Bros* 30 minuts al dia durant dos mesos indueix canvis en les estructures cerebrals que controlen les funcions executives, els moviments oculars i el control motor (Kühn *et al.*, 2014).

Curiosament, s'ha trobat que existeix una relació significativa i positiva entre el canvi de plasticitat neurològica i el desig de jugar en algunes àrees, com el còrtex frontal dorsolateral [ $r=(20)=0,66$ ,  $P<0,01$ ] o l'hipocamp [ $r=(20)=0,46$ ,  $P<0,05$ ].

Així doncs, els videojocs comercials que compleixen les quatre característiques descrites serien susceptibles d'induir una modificació atencional i, d'aquesta manera, es podrien utilitzar com a videojocs complementaris en la teràpia visual. Tal com hem definit els videojocs d'acció, també caldria en compte quins no entrarien en aquesta classificació, que serien els videojocs com *Tetris*, *The Sims*, *Pac-Man*, *Rise of Nations* o *Space Fortress*.

Una característica important que cal tenir en compte quan es treballa amb menors d'edat és l'ús d'alguns videojocs d'acció com *Medal of Honor* i *Call of Duty*, pel seu contingut en violència implícita. Per aquest motiu, és important valorar els videojocs que no contenen violència, tot i que cal dir que s'ha demostrat que jugar amb videojocs d'acció no incrementa els nivells d'agressivitat, impulsivitat o comportament violent a llarg termini (Kühn *et al.*, 2019), sinó que sembla més aviat la competició el que provoca el possible comportament d'agressivitat quan es juga al videojoc (Adachi i Willoughby, 2011).

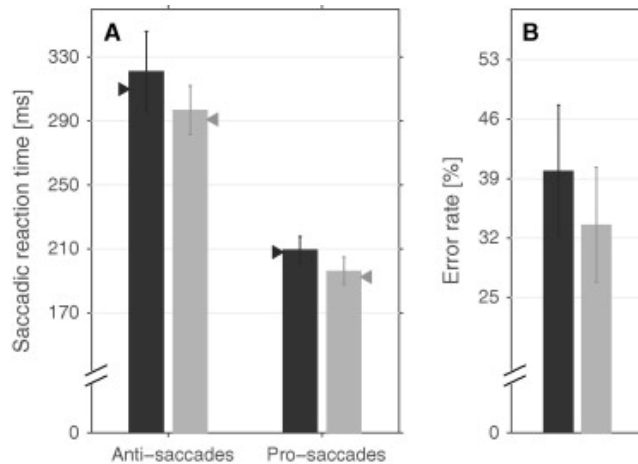
Una vegada introduïts els conceptes bàsics dels videojocs d'acció, vegem ara quins efectes poden aconseguir en els moviments oculars i, específicament, en



les dificultats lectores. És important tenir en compte el temps i l'efecte de l'estudi, mitjançant tant la "g" de Hedge o la "d" de Cohen, a l'hora d'aplicar-ho a la teràpia visual.

S'ha observat que els jugadors habituals de videojocs d'acció són més ràpids a l'hora de localitzar i respondre a estímuls amb distractors (tenen menys efecte d'amuntegament) (Chisholm i Kingstone, 2012; Chisholm i Kingstone, 2015) i poden modular millor els mecanismes "top-down" que determinen directament el control dels sacàdics oculars (West *et al.*, 2013; Mack i Ilg, 2014). A la figura 6.3, es poden observar el temps de resposta i la taxa d'error en els sacàdics i els antisacàdics en dos grups diferents: el grup 1 (de color negre), amb jugadors habituals de videojocs d'acció, i el grup 2 (de color gris), sense. S'hi poden observar diferències en el temps de reacció dels sacàdics amb diferents paradigmes (sacàdics i antisacàdics).

Fig. 6.3.  
Temps de reacció de moviments sacàdics en jugadors i no jugadors de videojocs d'acció. Extret de Mack *et al.*, 2014 (pàgina 29).



Chopin *et al.* (2019) van calcular quin és l'efecte dels videojocs segons el domini cerebral, és a dir, si modifica de manera diferent les vies ventrals i dorsals, les habilitats perifèriques o auditives. Concretament, van indicar la "g" de Hedge per a cada domini i van observar més efecte en els dominis dorsals i en les habilitats perifèriques, la qual cosa és important justament en els processos visuals que intervenen en la lectura (atenció visual, moviments oculars i sistema de vergències).

D'altra banda, per obtenir un efecte elevat en l'entrenament, calen més hores per modificar el domini dorsal (> 40 hores) que el ventral (> 20 hores). Per aquest motiu, si es volen utilitzar videojocs com a eina d'estimulació de l'àrea dorsal, cal tenir en compte que caldran més de 40 hores de joc per produir un efecte positiu a tot el domini dorsal. A la taula següent, es resumeixen l'efecte i el temps necessari per a les àrees ventrals i dorsals, implicades en el procés lector (dades extretes de l'estudi de Chopin *et al.*, 2019). D'altra banda, com veurem més endavant, sembla que, en alguns casos de dificultats lectores, no es requereixen tantes hores per produir modificacions en el procés lector.



	Ventral	Dorsal
<b>Mesura de l'efecte</b>	$g \approx 0,6$	$g > 1,0$
<b>Hores d'entrenament</b>	> 20 hores	> 40 hores
<b>Habilitats per a la lectura</b>	Orientació Discriminació	Moviment Contrast

Tenint en compte les característiques per controlar adequadament el grup de control i les metodologies experimentals, diversos estudis indiquen que cal interpretar amb precaució els resultats dels estudis realitzats amb videojocs d'acció sobre el sistema atencional i cognitiu (Boot *et al.*, 2011, Harrel *et al.*, 2019). Així mateix, s'han fet diverses metanàlisis sobre l'efecte dels videojocs d'acció (Ferguson, 2007; Wang *et al.*, 2016; Stanmore *et al.*, 2017, Bediou *et al.*, 2018), que reforcen l'evidència científica de tipus I, tot i que fan falta més investigacions per poder refermar de manera clara l'ús dels videojocs d'acció amb finalitats clíniques.

Quant a les dificultats lectores, recordem que no es produeix una identificació de grafemes sense una orientació de l'atenció visuoespacial; per tant, es planteja la hipòtesi que, si els videojocs d'acció modifiquen i milloren els processos d'orientació i selecció de l'atenció visual (que es troben disminuïts en la dislèxia), aquests jocs podrien ser una eina de tractament útil i traslladar la millora del videojoc al procés lector. El primer estudi que es va fer sobre aquest tema va sorgir del Laboratorio Neurocognitivo italià, dirigit pel Dr. Andrea Facoetti. Aquest estudi (Franceschini *et al.*, 2013) va comparar dos grups amb dislèxia (N = 20 en total) abans i després que el grup experimental jugués durant 12 hores amb el videojoc *Rayman Raving Rabbids* i el grup de control jugués amb minijocs no d'acció.

Aquest videojoc (*Rayman Raving Rabbids*) conté elements que encaixen en la descripció de videojoc d'acció, però no presenta violència implícita en el joc. Al cap de 12 hores, es van observar diferències entre els dos grups pel que fa a l'atenció visual i a la velocitat de lectura de síl·labes [ $t(18)=2,29$ ,  $P=0,01$ ] i de lectura de text [ $t(18)=2,52$ ,  $P=0,02$ ].

Aquest augment va ser millor que el tractament clàssic de descodificació fonològica i llenguatge tradicional, superior a una millora lectora equivalent a 8.760 hores (1 any) de desenvolupament convencional (Gori *et al.*, 2013). A més, curiosament, també van augmentar les habilitats fonològiques de manera indirecta (aspecte que també s'ha observat en altres estudis, com a Franceschini i Bertoni, 2019), tot i haver jugat al videojoc sense so, cosa que demostrava la importància de millorar les habilitats atencionals en les dificultats lectores.

Posteriorment, els mateixos autors van repetir l'estudi amb una mostra més gran i en van obtenir uns resultats similars (Franceschini *et al.*, 2017). Per tant, els videojocs d'acció podrien millorar les habilitats d'atenció visuoespacial (Franceschini *et al.*, 2015) i el rendiment lector en casos de dislèxia (Gori *et al.*, 2013),



a banda de ser també beneficiosos en la millora del *VA span* (Antzaka *et al.*, 2017). Tanmateix, un altre estudi va replicar el mètode de Franceschini *et al.* (2013), amb una mostra més gran (N = 54), que va comparar amb un grup de control que realitzava jocs de discriminació fonològica, i no va trobar diferències entre els dos mètodes (Luniewska *et al.*, 2018).

Quan s'utilitzen videojocs d'acció com a eina d'entrenament, cal tenir en compte diversos factors que poden catalitzar o afavorir l'aprenentatge a nivell cerebral (Green i Bavelier, 2012):

- ✓ el límit de temps en el joc
- ✓ l'increment gradual de la dificultat
- ✓ la recompensa (oposada al càstig)
- ✓ l'autoconfiança durant el joc
- ✓ la motivació

Entre aquests factors, un dels més importants és la motivació, perquè s'ha vist que, si el videojoc no agrada i no hi ha la motivació de jugar cada vegada millor (és a dir, d'intentar superar-se cada cop amb el repte que planteja el videojoc), no hi haurà una transferència positiva en les habilitats atencionals i lectores (Franceschini i Bertoni, 2019). Per tant, si s'indica als participants que "juguin" sense controlar aquest factor, serà perdre el temps. Se'ls ha de motivar a millorar en el joc i, si no agrada, buscar videojocs alternatius.

També és important el compliment: cal treballar-hi cada dia de manera uniforme, i no serveix de res jugar-hi un cop a la setmana durant 2 hores i no tornar-hi fins a la setmana vinent. L'efecte va millorant cada dia una mica (10-15 minuts) i és per això que és important aconseguir la feina a casa. D'aquesta manera, es pot calcular, per exemple, quantes hores han jugat amb el videojoc cada setmana. Si realment hi han jugat 15 minuts cada dia de la setmana, al cap de trenta dies (un mes, aproximadament) es tindrien 7,5 hores de videojoc. Així doncs, hem de tenir en compte aquest factor si esperem obtenir millores en les habilitats visuals.

En definitiva, sembla que els videojocs d'acció contenen elements que obliguen els jugadors a localitzar i a orientar, de manera efectiva, els recursos d'atenció visuoespacial, de manera que poden ser beneficiosos a l'hora de traslladar aquest efecte a les dificultats lectores.

Abans d'utilitzar-los en la teràpia visual, cal tenir en compte en quina etapa es podria aplicar aquesta eina complementària amb vista a millorar les habilitats d'atenció visuoespacial i els moviments oculars en cas de dificultat lectora. Atès que sembla que els videojocs d'acció modifiquen les habilitats d'atenció visuoatencionals, els moviments oculars i el *VA span*, es recomana iniciar la teràpia visual utilitzant aquests videojocs com a eina complementària, junt amb altres exercicis (cerca visual, vergències oculars), sobretot a casa.

A continuació, es detalla una llista de videojocs es podrien classificar com a videojocs d'acció sense violència implícita:



- *Super Mario Kart* (Nintendo® Wii, Nintendo® DS, Nintendo® Switch)
- *Splatoon* (Nintendo® Switch)
- *Piano Tiles* (App Store)
- *Subway Surfers* (App Store)
- *Rayman Raving Rabbids\** (Play Station® 2, Nintendo® Wii)
- *Plants vs. Zombies* (PC, Play Station® 4).
- *Nanostray 2* (Game Boy® DS)
- *Yooka-Laylee* (Nintendo® Switch)

\*No tots els minijocs són considerats videojocs d'acció.

## 6.5 Resum i anàlisi de la teràpia visual

En aquest capítol, s'ha fet una revisió bibliogràfica dels estudis que han aplicat un entrenament relacionat específicament amb els moviments oculars, l'atenció visual i les vergències visuals, en casos de dislèxia. Cal tenir en compte que, per refermar la seva aplicació clínica, caldrà fer estudis longitudinals, amb instruments i mètodes que es realitzin en la teràpia visual, i controlar totes les variables d'estudi.

No s'ha fet cap anàlisi sobre la percepció visual o la comorbiditat amb altres diagnòstics (TDA, TDAH), ni tampoc amb els tests diagnòstics, com el test DEM (*Developmental Eye Movement Test*®), el de King-Devick®, l'*Attentional Blink* o el de coherència de punts aleatoris, que es detallarà a les classes presencials de l'assignatura. Tot i així, amb la informació que es disposa, es podria realitzar una síntesi i anàlisi més seria en quan a saber quin es l'efecte de la intervenció que podríem tenir, basats amb els estudis d'investigació fins la data.

Si tenim en compte els estudis que han directament aplicat un únic tractament (ja sigui en moviments oculars, vergència, cerca visual i/o videojocs d'acció) per millorar la velocitat lectora en casos de dislèxia, es podria analitzar en general l'efecte que es podria obtenir amb una teràpia visual. A dia d'avui, s'han trobat vuit estudis susceptibles d'anàlisi, però quatre s'han hagut d'excloure per falta de dades o per incoherència clínica (el tractament de lectura es feia amb llenguatges que no eren d'origen llatí ni anglosaxó).

	g	SD	$\sigma^2$	L.I	L.S	Z	p
Franceschini <i>et al.</i> , 2013	0,467	0,435	0,189	-0,385	1,319	1,074	0,283
Franceschini <i>et al.</i> , 2017	0,378	0,375	0,140	-0,356	1,111	1,009	0,313
Franceschini i Bertoni, 2019	0,266	0,454	0,206	-0,623	1,156	0,587	0,557
Ramsay <i>et al.</i> , 2014	0,173	0,448	0,192	-0,686	1,031	0,395	0,693
TOTAL	0,327	0,211	0,044	-0,086	0,740	1,552	0,121

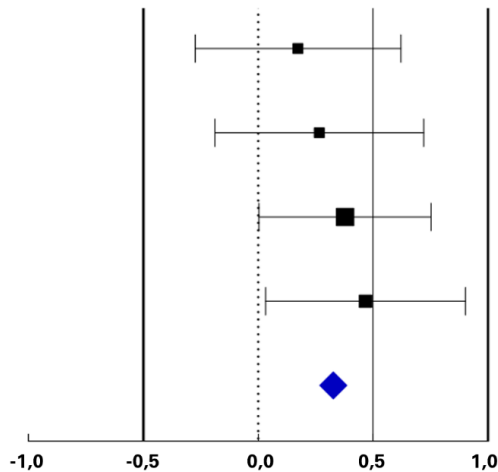
La cerca booleana va ser "*eye movements treatment AND dyslexia, saccades training AND dyslexia, vergence training AND dyslexia, action video games AND*



*dyslexia*". Les bases de dades que es van utilitzar van ser PubMed, Google Scholar, Scopus i Science Direct.

Posteriorment, es poden analitzar estadísticament les dades dels quatre estudis per extreure'n valors per a la metaanàlisi, com ara el valor de l'efecte "g de Hedge", l'error en la desviació estàndard (SD), la variància ( $\sigma^2$ ), el límit inferior (L.I) i superior (L.S), el valor "z" i el valor "p" per a cada estudi. El valor "total" es mostra en negreta a la fila inferior.

Finalment, se n'extreu una gràfica final, en què s'indica l'efecte sumat d'aquests estudis (3 de videojocs d'acció i 1 de vergències), tenint un valor de  $g = 0,327$ , que es considera un efecte baix-mitjà. Aquest valor s'obté amb un tractament de  $\geq 12$  hores de videojoc d'acció i  $\geq 3$  hores de vergències. D'aquesta manera, podem deduir de l'evidència científica quin efecte d'intervenció podríem obtenir mitjançant l'entrenament amb teràpia visual aplicant tècniques per millorar els moviments oculars, l'atenció visual i les vergències oculars.



## Referències

ACHTMAN, Rebecca L.; GREEN, C. Shawn; BAVELIER, Daphne (2008): "Video games as a tool to train visual skills". *Restorative Neurology and Neuroscience*, 26(4-5): 435-446.

ADACHI, Paul; WILLOUGHBY, Teena (2011): "The effect of video game competition and violence on aggressive behavior: Which characteristic has the greatest influence?" *Psychology of Violence*, 1(4): 259.

ANTZAKA, Alexia, *et al.* (2017): "Enhancing reading performance through action video games: the role of visual attention span". *Scientific Reports*, 7(1): 1-10.

BAVELIER, Daphne, *et al.* (2012): "Brain plasticity through the life span: learning to learn and action video games". *Annual Review of Neuroscience*, 35, p. 391-416.

BEDIOU, Benoit, *et al.* (2018): "Meta-analysis of action video game impact on perceptual, attentional, and cognitive skills". *Psychological Bulletin*, 144(1): 77.



- BELCHIOR, Patricia, *et al.* (2013): "Video game training to improve selective visual attention in older adults". *Computers in Human Behavior*, 29(4): 1318-1324.
- BODEN, Catherine; GIASCHI, Deborah (2007): "M-stream deficits and reading-related visual processes in developmental dyslexia". *Psychological Bulletin*, 133(2): 346.
- BOOT, Walter Richard; BLAKELY, Daniel P.; SIMONS, Daniel J. (2011): "Do action video games improve perception and cognition?" *Frontiers in Psychology*, 2, p. 226.
- BUCCI, Maria Pia, *et al.* (2006): "Binocular coordination of saccades in children with vertigo: dependency on the vergence state". *Vision Research*, 46(21): 3594-3602.
- CHISHOLM, Joseph D.; KINGSTONE, Alan (2015): "Action video game players' visual search advantage extends to biologically relevant stimuli". *Acta Psychologica*, 159, p. 93-99.
- CHISHOLM, Joseph D.; KINGSTONE, Alan (2012): "Improved top-down control reduces oculomotor capture: The case of action video game players". *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74(2): 257-262.
- CHOPIN, Adrien; BEDIUO, Benoit; BAVELIER, Daphne (2019): "Altering perception: the case of action video gaming". *Current Opinion in Psychology*, 29 (octubre), p. 168-173.
- DANIEL, François, *et al.* (2016): "Benefits from vergence rehabilitation: evidence for improvement of reading saccades and fixations". *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 10, p. 33.
- DYSLI, Muriel; VOGEL, Nicolas; ABEGG, Mathias (2014): "Reading performance is not affected by a prism induced increase of horizontal and vertical vergence demand". *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, p. 431.
- FERGUSON, Christopher John (2007): "The good, the bad and the ugly: A meta-analytic review of positive and negative effects of violent video games". *Psychiatric Quarterly*, 78(4): 309-316.
- FISCHER, Burkhardt; HARTNEGG, Klaus (2000): "Effects of visual training on saccade control in dyslexia". *Perception*, 29(5): 531-542.
- FISCHER, Burkhardt; HARTNEGG, Klaus (2008): "Saccade Control in Dyslexia: Development, Deficits, Training and Transfer to Reading". *Optometry & Vision Development*, 39(4).
- FRANCESCHINI, Sandro, *et al.* (2015): "'Shall we play a game?': Improving reading through action video games in developmental dyslexia". *Current Developmental Disorders Reports*, 2(4): 318-329.
- FRANCESCHINI, Sandro, *et al.* (2017): "Action video games improve reading abilities and visual-to-auditory attentional shifting in English-speaking children with dyslexia". *Scientific Reports*, 7(1): 1-12.
- FRANCESCHINI, Sandro, *et al.* (2013): "Action video games make dyslexic children read better". *Current Biology*, 23(6): 462-466.
- FRANCESCHINI, Sandro; BERTONI, Sara (2019): "Improving action video games abilities increases the phonological decoding speed and phonological short-term memory in children with developmental dyslexia". *Neuropsychologia*, 2019, 130, p. 100-106.
- GORI, Simone, *et al.* (2013): "Video games training increases reading abilities in children with dyslexia". *Journal of Vision*, 13(9): 282-282.
- GREEN, C. Shawn; BAVELIER, Daphne (2003): "Action video game modifies visual selective attention". *Nature*, 423(6939): 534-537.



GREEN, C. Shawn; BAVELIER, Daphne (2006): "Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention". *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32(6): 1465.

GREEN, C. Shawn; BAVELIER, Daphne (2012): "Learning, attentional control, and action video games". *Current Biology*, 22(6): R197-R206.

HARRELL, Erin R.; KMETZ, Brandon; BOOT, Walter R. (2019): "Is Cognitive Training Worth It? Exploring Individuals' Willingness to Engage in Cognitive Training". *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(4): 405-415.

HE, Yingchen; LEGGE, Gordon E.; YU, Deyue (2013): "Sensory and cognitive influences on the training-related improvement of reading speed in peripheral vision". *Journal of Vision*, 13(7): 14.

JAINTA, Stephanie; BLYTHE, Hazel I.; LIVERSEDGE, Simon P. (2014): "Binocular advantages in reading". *Current Biology*, 24(5): 526-530.

KIM, Albert; LAI, Vicky (2012): "Rapid interactions between lexical semantic and word form analysis during word recognition in context: Evidence from ERPs". *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(5): 1104-1112.

KÜHN, Simone, *et al.* (2019): "Does playing violent video games cause aggression? A longitudinal intervention study". *Molecular Psychiatry*, 24(8): 1220-1234.

KÜHN, Simone, *et al.* (2014): "Playing Super Mario induces structural brain plasticity: grey matter changes resulting from training with a commercial video game". *Molecular Psychiatry*, 19(2): 265-271.

LI, Renjie, *et al.* (2009): "Enhancing the contrast sensitivity function through action video game training". *Nature Neuroscience*, 12(5): 549.

LI, Roger W., *et al.* (2011): "Video-game play induces plasticity in the visual system of adults with amblyopia". *PLoS Biology*, 9(8).

LOBIER, Muriel; ZOURINETZKY, Rachel; VALDOIS, Sylviane (2012): "The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal". *Cortex*, 48(6): 768-773.

LOBIER, Muriel; ZOURINETZKY, Rachel; VALDOIS, Sylviane (2012): "The visual attention span deficit in dyslexia is visual and not verbal". *Cortex*, 48(6): 768-773.

ŁUNIEWSKA, Magdalena, *et al.* (2018): "Neither action nor phonological video games make dyslexic children read better". *Scientific Reports*, 8(1).

MACK, David J.; ILG, Uwe J. (2014): "The effects of video game play on the characteristics of saccadic eye movements". *Vision Research*, 102, p. 26-32.

MENG, Xiangzhi, *et al.* (2014): "Reading performance is enhanced by visual texture discrimination training in Chinese-speaking children with developmental dyslexia". *PLoS One*, 9(9).

MORIZE, Aurélien, *et al.* (2017): "Effects of pure vergence training on initiation and binocular coordination of saccades". *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 58(1): 329-342.

PEYRE, H., *et al.* (2018): "Computerized oculomotor training in dyslexia: A randomized, crossover clinical trial in paediatric population". *L'Encéphale*, 44(3): 247-255.

QIAN, Yi; BI, Hong-Yan (2015): "The effect of magnocellular-based visual-motor intervention on Chinese children with developmental dyslexia". *Frontiers in Psychology*, 6, p. 1529.



RAMSAY, Marika Wahlberg, *et al.* (2014): "Can vergence training improve reading in dyslexics?" *Strabismus*, 22(4): 147-151.

REILHAC, Caroline, *et al.* (2013): "Role of the superior parietal lobules in letter-identity processing within strings: FMRI evidence from skilled and dyslexic readers". *Neuropsychologia*, 51(4): 601-612.

SOLAN, Harold A., *et al.* (2004): "M-cell deficit and reading disability: a preliminary study of the effects of temporal vision-processing therapy". *Optometry. Journal of the American Optometric Association*, 75(10): 640-650.

STANMORE, Emma, *et al.* (2017): "The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: a meta-analysis of randomized controlled trials". *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 78, p. 34-43.

WANG, Ping, *et al.* (2016): "Action video game training for healthy adults: a meta-analytic study". *Frontiers in Psychology*, 7, p. 907.

WEST, Greg L.; AL-AIDROOS, Naseem; PRATT, Jay (2013): "Action video game experience affects oculomotor performance". *Acta Psychologica*, 142(1): 38-42.





## Annex

En aquest annex, s'adjunten plantilles d'exercicis com a idees per treballar habilitats de cerca visual i moviments oculars sacàdics específics en cas de dificultat lectora. La cerca visual s'ha de realitzar d'esquerra a dreta, intentant anar al més ràpidament possible, però evitant al màxim cometre errors. També s'adjunten algunes taules per treballar el processament foveal i parafoveal, una taula de Hart per treballar a 3 metres i, finalment, una taula de lletres per treballar el processament lèxic –cal tenir en compte que el nivell és avançat, atès que conté paraules llargues.



### Trobeu i encercleu la lletra “d”

kmxpamsdpqjerwenfcdcàpskdweiojruwejfvpocmvodfjgrtiphkofgmjbn-  
 fupgbjmpfpgbnidfvdhjrtiohndfvbmdfkgbmrotngdfjbsfjweoirifnvdgjerhgsldkjfcn  
 hwueyrwueyfbdsdvhwaigfrwbfvsdhvwauehfwuebfdsfqwiejqwhed-  
 saodjqwehfsdsfnwouerweirweorjwrojnvdjvgiwerjtwerqwoeoiqwrewirwweqwi  
 eoweiurwerywehfjkvnfduhiwjuewyrqweuejqwdbnihfowerutu-  
 hgfnbncvoijbufhgterutweriwqpedw  
 qawsedrftgjuhygfkijhuhgygdewjnxqwbebfcto-  
 dpawsdqworweidjqpdqwndaosdjasdqwebfwhvsdpkcswefoweitrueruinvsck  
 aoiweyqwedncisdgcfwerqnxasdhiwdeqwedqdasdwqeriqdasdbaisydqwo-  
 ewqejuwuhmncnbvmxcbvmxcb

objbnfvpfjbpfgjoierutoierjterokgfpdfvmidejgtperktèr-  
 tgoiwrqiqjqowieqreyrweoeuqwehdpojlkvnixchvdfngudfhvhrpgitjerotrwoerhw  
 odnqhjdwiuetrwoigfndfvmdxpofjwuehtrewngosfvksoidhfrwtbwpjvsux-  
 bvwoqrjtfwierjfvsubawsrfkpowrjgfvusbvsofkgwoirehtiuhjqpwdquiweqpofs  
 djvxkvnxvnxcmvzbzkjfaodqiweqig

dqopdkweiorhweiufbvcsdkcpofsdhfwegrwef-  
 jsdkcsdpkfswrhgerfwedsufjsdfweorqpoqwenvklvxnvn,xnvxvlsdkhfkdsfhdgjirtuepriqposnqosnq  
 pwjdwofnsdjcsdpvjkdafawkeqwejqwpopowjeowng-  
 jvbucvnbpfogkhortjhoundpjjqoiwheiuwehrerpjmfvdofkvpisufurwehrjwenfcskdcpofsdhfrptkerfk  
 spodfjwejrwoiejrwaowdeqwrjdfnwepurwweiruewourtenrgerktpoierivndfvpoderitpiuerpgjepfvkxp





### Trobeu i encercleu el grup “mun”

kmxpamsdmunpqjerwenfcdcàpskdweiojruwejfvpcmvmunodfjgr-  
tiphkofgmjbnfupgbjmpfgbnidfvdmunhrtiohndfvbmdfkgbmrotngdfjbsfjweoirifnv  
dfgjerhgslkjfcnwhueyrwueyfsdvhwaigfrwbfvsvdhvwauemu-  
nhfwuebfdsfquiejqwhasdasdasfwerkiewurtegmunvdfnivjwoierjowiefrwioevnw  
ejrwqruteuhgvbidfjmunvpwoerowehgfebnwejmunnrperfwefjwefedsas-  
dfjweoirqwieuwurwenvsdpfwepimunqeoriewo

### Trobeu i encercleu el grup “bod”

koxpamsdpqjerwebodfnocdcapobskdweiojruwejfvpcmvodfjgr-  
tiphkofgmjbnfuogbjmpfgbnidfodhrtiohndfvbmdfogbmrrotngdfjbsfjweoirifnvdfgb  
odjerhgslkjfcnwhuekofgmjbnfuogbjmpfbobgbnidfodhrtiohnd-  
fvbmdfogbodbmrotngdfjbsfjweoirifnvdfgjerhgbodslokjfcnwhuekofgmjbnfubod  
ogbjmpfgbnidfodhrtboqiohndfvbmdfogbmroboqngdfjbsfjweoirifn-  
bodvdfgjerhgslkjfcnwhuebodyrwueyfsdofhwaigorwbovsdbodhvwauhefwue  
bfdsfobopwiejqwhedoweoriwepfwcfsvkfsdvfbodasd

**Encercleu seguint l'ordre de l'abecedari****a b c d e f g h i j k l m n o p k r s t u v w x y z**

apjccdoherfuwejfdsjfbpijqwodhqsqwdhciaqwejiuhgfdjiudi-  
qjwo-  
ehqosaonasodhnqowhdefonasoidhasoignonosadasjqwdeq  
dcwfrthrtsdefgertopepoyliodhsdiuvhsdfmqwoeyweiyfgd-  
nadjsaucvhsdmowedhfaodfhasnjfdqdfafosdvsdvsdvwpsdv  
wfewrfsdvsdcfnasdnfrnaisjdqijtnsdvfdsguojoihuvpinba-  
osdwpnoaudhybpbnasudhqwhdxphawiushz

**a b c d e f g h i j k l m n o p k r s t u v w x y z**

kniguyftygihuyftfgiuguyiabuygoiasjdiuasdaboiqwhe8qwg-  
soiqhdasdgacohqwiugqowishoahuig-  
djhwoeyqweqwhflaksdqwoedgsdvsdfwerhsdvsdgrthiasdf  
wefgegjbhntyoksdwfrewgterhgerlwefqoihdqwdqwmqwdhq  
ewfwehfnwvsfiwefrweoswdvgerwgergpad-  
qwwewbwqsfvoishfrlsndcvosdhspihpwertnbspvjdfupihoihd  
adqwwvpqjwdqwoferifghwpvjfobdvwfdvsjdo-  
fjxpdohsdfjerwtbweyniudgsfgwehfrz

**a b c d e f g h i j k l m n o p k r s t u v w x y z**

tqrwqwyeqwiioghvoaniasdpiwqehrhwefbqiwdhq8whcpcnsjadoqwdpj  
enasjkdoasjdioasfnsdggqppwoeqwrhsdvsdfsdvgdfgbe-  
ribdbegwergfwefwlbffgwkwhfweirgwerlsdvoushfq9emqwudgheqweifh  
wendfweifgweowigqodhqpskjdbfviahdqsjdbvspdjfarsdfhnsdi-  
jfaspsdfhjqeowjrtnasopcjsdfbgwerunpafdhqwdjqwpasdjapodjvajsdcioa  
shrwpacpifajxysajdpqwejz



Trobeu i encercleu el símbol indicat a la part superior

☝



Φ



**Llegiu només les lletres subratllades**

MRTYJGSHDJSHWEGSGHYAXC  
ADHPTVDFHJKQERCVBNMBAU  
ZMXNCBVALSKDKFJGHQPEOR  
QZWXECRVRBTNYMUJIKLOPA  
ZQXWCFVBHNJMKQAWSEDRF  
KFJGHQPEORMRTYJGSHIOMP  
DFHJKQXNCBVALKFJGHQPET  
QPEORVRBTNMKQAWKQXNV  
SHWEGSGHKFJGHQPTNMKQT  
STDYEUHJKQWCVBSHEPLKJI  
ECVNAFTNIOESHYPOQWERC



**Aquesta taula es pot treballar de diverses maneres:**

- a) Dir les lletres en vermell.
- b) Dir les lletres que hi ha a la dreta o a l'esquerra de la lletra pintada amb vermell.

qksa   aenrh   scndm   xqpew   dmcnvf   cdpq   lsgs  
vmxn   ekaie   rnhtg   tvfre   gxswq   bmklui   nkloi  
vasfvj   umznx   ilkhj   kagas   mqtew   lreue   pqyhw  
njfase   omnzf   bkry   ietjk   vtyhj   usgds   vsGED  
yybsd   tsfgbu   fgjfg   xmtuf   rrgse   euoij   zzcxv  
qtiurt   xddgh   wdghd   dwrtw   cbry   fmisu   vmcnv  
gnyhb   bqmwj   hnvus   nplmn   jsaert   menyj   kdGjt  
vtkeds   othruj   lsdfgdh   udhniyt   kdfjrtjrd   dfjrturt   ndffnf  
teWrg   kuykg   btkmk   rtfkjtkf   vtfktkf   rtjrtyk   xsehq  
polsk   udhgrr   rtuyro   trufgb   ivbmnrF   rxcvbd   hcbdhf



**Llegiu només les paraules que comencen i acaben amb una lletra en vermell**

Taula	Volta	Cursa	Petò	Ullal
Hola	Poble	Deixar	Camí	Guerra
Pagar	Quan	Noble	Bona	Soroll
Vostre	Sempre	Costat	Mare	Llepar
Cuca	Segle	Robat	Tarda	Cama
Picar	Furiós	Saber	Festa	Riure
Pogués	Ajudar	Demà	Bona	Nebot



### Taula de Hart de lluny

Distància: 3 metres

Nivell d'efecte d'amuntegament: baix

K	M	U	I	G	T	H	B
V	G	T	H	R	C	D	E
A	C	B	N	H	Y	O	L
M	J	H	U	N	B	T	G
T	O	V	D	E	F	V	G
A	S	D	R	V	G	T	P
L	C	I	O	N	G	T	R
R	H	N	U	K	V	T	H
C	V	J	I	K	M	U	B
F	R	E	D	V	H	N	O

**Taula de paraules (2 síl·labes)**

Casa	Porta	Vena	Pala	Taula	Volta	Cursa	Missa
Gelar	Pintar	Calar	Nadal	Hola	Poble	Dei-xar	Camí
Sentir	Fidels	Sorda	Im-post	Pagar	Quan	Noble	Bona
Veure	Mateix	Sem-bla	Diners	Vos-tre	Sem-pre	Cos-tat	Mare
Beure	Topar	Pedra	Vidre	Cuca	Segle	Robat	Tarda
Entrar	Pressa	Aquest	Crossa	Picar	Furiós	Saber	Festa
Conill	Pobre	Fillet	Fletxa	Po-gués	Ajudar	Demà	Bona
Força	Dama	Arbre	Vista	Cas-tell	Orgull	Cridar	Galta
Morat	Banda	Crema	Men- jar	Heroi	Grisos	Rebre	Picar
Gra-var	Con-curs	Centre	Dreta	Torta	Grapa	Ocell	Fletxa





