



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Facultat d'Òptica i Optometria de Terrassa



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

TRABAJO FINAL DE GRADO

Variación del rendimiento visual en función de la borrosidad de la imagen: análisis de la exactitud y el tiempo de respuesta.

Nerea Castellano Rodríguez

**DIRECTOR: Núria Lupón Bas
DEPARTAMENTO: Óptica y Optometría**



Fecha de Lectura: XX-01-2015

ÍNDICE T.F.G.:

Variación del rendimiento visual en función de la borrosidad de la imagen: análisis de la exactitud y el tiempo de respuesta.

- A- PORTADA (modelo oficial)
- B- Página con 'visto bueno' del director. (modelo oficial)
- C- Resumen (castellano/catalán/inglés) 200 palabras.
- D- Resumen en inglés (1500-3000 palabras)
- E- Memoria
- F- Anexos.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

El/la Sr./Sra. Núria Lupón Bas como director/a del trabajo

CERTIFICA

Que el/la Sr./Sra. Nerea María Castellano Rodríguez ha realizado bajo su supervisión el trabajo "Variación del rendimiento visual en función de la borrosidad la imagen: análisis de la exactitud y el tiempo de respuesta" recogido en esta memoria para optar al título de grado en Óptica y Optometría.

Y para que conste, firmo este certificado.



Sra. Núria Lupón Bas
Directora del trabajo

Terrassa, 12 de Enero de 2015



AGRADECIMIENTOS

Entre las personas a las que quiero expresar mi gratitud por haber hecho posible este proyecto una realidad.

En primer lugar a mi directora del TFG de la FOOT, Núria Lupón Bas.

Debemos agradecer de manera especial a los alumnos de la misma FOOT que han colaborado participando en el proyecto.

Especialmente mi agradecimiento a mi compañera de grupo de investigación Rocío López que me ha proporcionado conocimientos estadísticos para poder llevar a cabo este trabajo.

También destacar al grupo de investigación: "Vision & Control of Action (VISCA)", "Institut Brain, Cognition & Behavior (IR3C)" de la Facultat de Psicologia de la Universidad de Barcelona, el cuál nos ha proporcionado el test bdpq, indispensable para el estudio de nuestro trabajo.

Finalmente a mi gran familia, porque de cada uno de vosotros hay parte en mí y he tenido la suerte de contar con muy buenos maestros.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Variación del rendimiento visual en función de la borrosidad de la imagen: análisis de la exactitud y el tiempo de respuesta.

C- RESUMEN:

Propósito: El objetivo principal del presente estudio es analizar la influencia de la borrosidad de un test visual sobre la atención de los observadores utilizando el rendimiento visual como indicador de esta atención. Se evaluará este rendimiento a partir de la exactitud y el tiempo de respuesta (TR) en tres condiciones experimentales con diferente grado de borrosidad.

Metodología: Se tomó una muestra de 18 sujetos. Las variables dependientes estudiadas fueron tiempo de respuesta y exactitud (nº de aciertos), y las 3 condiciones experimentales: realización del experimento con corrección habitual (SN), con lentes de +1.75D en ambos ojos que provocan borrosidad (G) y con lente de +0.75D en ocular del proyector que produce mayor grado de borrosidad en la imagen. Se trata de una tarea de identificación visual utilizando el test bdpq que consiste en discriminar un tipo de carácter alfanumérico.

Resultados: Los resultados obtenidos muestran que, al aumentar el grado de borrosidad, aumenta el TR y disminuye la exactitud, existiendo diferencias estadísticamente significativas en el TR entre las condiciones SN y P.

Conclusiones: La borrosidad afecta directamente a la atención visual y a la dificultad de la tarea. El grado de borrosidad provocado influye en el TR y la exactitud. A mayor borrosidad, mayor tiempo de respuesta, menor exactitud y por tanto menor atención visual por parte del observador.

RESUM:

Propòsit: L'objectiu principal de l'estudi és analitzar la influència de la borrositat d'un test visual sobre l'atenció dels observadors utilitzant el rendiment visual com a indicador d'aquesta atenció. S'avaluarà aquest rendiment a partir de l'exactitud i el temps de resposta (TR) per tres condicions experimentals amb diferent grau de borrositat.

Metodologia: Es va prendre una mostra de 18 subjectes. Les variables dependents estudiades van ser temps de resposta i exactitud (nº d'encerts), i les tres condicions experimentals: realització de l' experiment amb correcció habitual (SN), amb lents de +1.75D davant dels ulls que provoquen borrositat (G) i amb lent de +0.75D en ocular del projector que produeix major grau de borrositat en la imatge. Es tracta d' una tasca d' identificació visual utilitzant el test bdpq que consisteix en discriminar un tipus de caràcter alfanumèric.

Resultats: Els resultats obtinguts mostren que, al augmentar el grau de borrositat, augmenta el TR i disminueix l'exactitud, existint diferències estadísticament significatives en el TR entre les condicions SN i P.

Conclusions: La borrositat afecta directament a l'atenció visual i a la dificultat de la tasca. El grau de borrositat provocat influeix en el TR i l'exactitud. A major borrositat, major temps de resposta, menor exactitud i per tant menor atenció visual per part de l'observador.

SUMMARY:

Purpose: The main goal of this project is to analyse the influence of the blurring grade of a visual test to the attention of the observers, using visual performance as an indicator of its attention. This performance will be evaluated from the accuracy and the response time (RT) for three experimental scenarios with several blurring degrees.

Methodology: A sample of 18 subjects was considered. The dependent variables studied were response time and accuracy (number of hits) and the three experimental conditions were; using standard correction (SN), using +1.75D lenses placed in front of both eyes which causes blurring (G) and finally one experiment placing a +0.75D lens in the projector which causes higher blurring in the image. The experimental scenario used was the bdpq, which consists in distinguishing one kind of alphanumeric character.

Results: The results of this study show that when blurring degree increases, RT increases and accuracy decreases. Moreover, there is a statistically significant difference in RT between the SN and the P conditions.

Conclusions: Blurring alters directly visual attention and difficulty of the task. The degree of blurring influences the RT and the accuracy. For higher blurring, higher response time, lower accuracy and consequently lower visual attention of the observer.



GRADO EN ÓPTICA Y OPTOMETRÍA

Variación del rendimiento visual en función de la borrosidad de la imagen: análisis de la exactitud y el tiempo de respuesta.

D- RESUMEN EN INGLÉS:

Purpose: The main goal of this project is to analyse the influence of the blurring grade of a visual test to the attention of the observers. The accuracy concept defined in signal theory framework will be taken as indicator of this attention. Signal detection theory defends that the observer has to decide a positive answering criteria (detection) or a negative one (no detection) in front of a stimulus. Both types of response cause four possible results: right answer or Hits (true positives), false alarm (false positives), error by omission or Miss (false negatives) and correct rejection (true negatives). Moreover, response times (RT) of the observers will be also measured which show the difficulty of the task proposed. Our hypothesis is that for higher blurring, higher difficulty and lower attention, which is the same that, lower response time and lower accuracy.

Methodology:

- **Sample:** A sample of 18 subjects whose ages were from 21 to 28 years old was considered. The selection criteria was to chose emmetropic and myopic people who has corrected it (preferably with LC), with $AV \geq 0,8$ and with good contrast sensitivity. In order to characterize the sample the following optometric tests were performed: assessment of accommodative response, visual acuity, contrast sensitivity and determine his/her dominant eye.
- **Experiment:** A visual detection task based on bdpq test is proposed to observers. This task took place in three experimental conditions made on different days (3 appointments):
 - *1st APPOINTMENT:* Realization of bdpq test in the meeting room of the Vision University Clinic (CUV) with standard correction or corrected (**SN condition**). Before the test, optometric tests were performed in a clinical cabinet.
 - *2nd APPOINTMENT:* The subject repeats the bdpq test in which +1.75D lenses have been placed in front of both eyes on test glasses (**G condition**).
 - *3rd APPOINTMENT:* Finally, the same test is performed adding a +0.75D lens on the projector (**P Condition**).

Accommodation is an involuntary, automatic and so fast mechanism that happens unperceived.

By adding positive lenses on emmetropic eyes, image is focused in front of the retina, and this causes defocus and blur. The subject does not have a good accommodative ability to focus. It causes false myopia.

The bdpq test was used and this test values fatigue of visual attention in alphanumeric stimulus.

The test suggests the task of discriminating an incentive or target stimulus to the subject; letter "p" underlined and with an odd number, among others alphanumeric characters that act as distracters; letters b-d-p-q underlined or not, above or below. Furthermore on each letter appears a successive number from 1 to 22. The target stimulus has to be odd and the test consists of 20 lines and each one with 22 alphanumeric characters. It is a detection task in which subjects have to give a specific response when they have detected the presence of the target stimulus and they do not have to respond in case of not finding the target stimulus.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<u>p</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>b</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>d</u>	<u>q</u>	<u>p</u>	<u>d</u>	<u>p</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>q</u>	<u>p</u>	<u>d</u>	<u>p</u>	<u>b</u>	<u>d</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>p</u>

Test presentation and data acquisition were automatically performed through a program developed by VISCA (Vision & Control of Action) research group of the Faculty of Psychology of the University of Barcelona with who we work with.

The program provided, to each subject and experimental condition, the response times and the number of

- Hits or true positives
- False alarms or false positives
- Miss or false negatives
- Correct rejections or true negatives

These values allowed us to calculate the accuracy.

Two null hypotheses were considered:

$H_0(1)$: The response time decreases if blurring is less.

$H_0(2)$: The accuracy increases if blurring is less.

All the possibilities that give a different explanation from H_0 are considered as alternative hypothesis H_1 .

The averages of accuracy values and response times for each experimental condition were calculated and they were compared against each other using the t-test for paired samples. The t-test and the normality of the data verification were performed using the statistical software MINITAB 16 which automatically performs statistical analyzes. The program applies the Kolmogorov-Smirnov test to verify if the sample follows a normal distribution.

The level of significance $\alpha=0.05$ was applied to compare the means and the sd of the same subjects in the three different conditions (paired data), and to determine whether the differences are statistically significant or not. This involved the use of t-paired. A significance level of $\alpha=0.05$ means that there is 5% of possibility that H_0 is not met and 95% that H_0 is met.

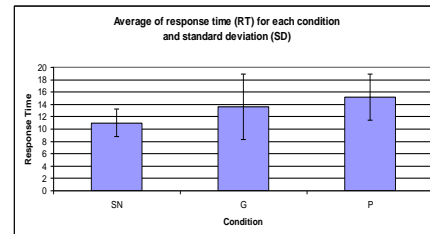
Results and discussion: In the following paragraph it is described the RT valuation and the accuracy regarding the degree of blurring of the image.

Most of the data follow a normal distribution [(except RT (SN-P) and accuracy (SN-G)] and when the t-test is applied to compare the averages, they are obtained the p-values from

table 1 for RT and from table 2 for accuracy.

TIME	SN	G	P
SN	-	P = 0,060	P = 0,000
G		-	P = 0,262
P			-

Table of information 1



RESPONSE TIME: Average 11,01 seconds (SN) } Growing trend regard
 Average 13,61 seconds (G) } to conditions
 Average 15,20 seconds (P) }

Taking into account a significance level of $\alpha=0.05$ and a p-value ≥ 0.05 H_0 will be accepted, otherwise it will be rejected. Therefore, it implies that the response time decreases when the blur is weaker.

Furthermore the differences between the measurements, regarding RT between the SN and the G conditions, that possess a p-value = 0.060, are statistically insignificant.

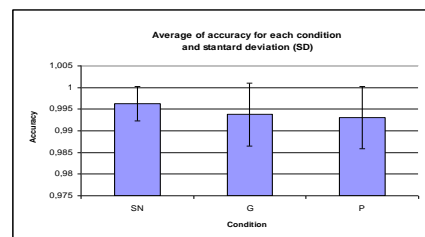
The discrepancies between the G and P conditions are even less statistically significant. With a p-value = 0.262, H_0 is accepted in both comparisons.

A statistically significant difference has been seen in the comparison SN and P, featuring a p-value = 0. H_0 is rejected inducing to accept the alternative hypothesis.

Regarding the variable accuracy we obtain the following results:

ACCURACY	SN	G	P
SN	-	P = 0,165	P = 0,976
G		-	P = 0,746
P			-

Table of information 2



ACCURACY: Average 0,9963 number of hits } Declining trend regard
 Average 0,9938 number of hits } to conditions
 Average 0,9931 number of hits }

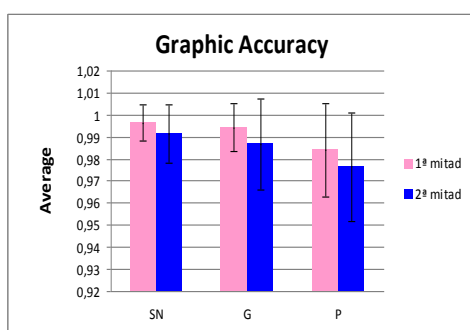
Considering $\alpha=0.05$ and $P \geq 0.05$, H_0 is accepted. Namely, it would be accepted that the accuracy increases if the blur is weaker.

The discrepancies between the existing measurements, regarding the accuracy between the SN and the G conditions, with a p-value = 0.165, suggest that it can be stated that it is statistically insignificant.

The comparison of the SN and the P conditions ($p=0.076$) and the comparison of G and P ($p=0.746$) it is obtained a sufficiently big p-value to accept again H_0 , the difference between the SN and the G conditions being very slightly statistically significant, and even less between the G and the P conditions.

Figures 1 and 2 represent respectively the average values obtained for the accuracy and the response time in each one of the experimental conditions.

This last graphic shows the values average (right answer count or accuracy) from stimulus number 1 to stimulus 11 of the bdpq line test on the left side of the pooled column with light color (1st half), and stimulus 12 to 22 of the test line on the right side of the pooled column with dark color (2nd half).



The research group "Vision & Control of Action (VISCA)" analysed the data and found that there was no statistically significant differences between the accuracy and the different experimental conditions from the first half of the completion of the test and its second half. The graphic does show a minimal statistically significant difference between the two halves. Therefore it is deduced that during the first half of the test line and when there is less blurring, the accuracy is higher.

Conclusions

- Blurring directly affects the visual performance. The degree of blur generated affects the RT and accuracy of response. For higher blurring, higher answering time, lower accuracy and consequently lower visual attention of the observer. The difference between the average for the condition RT (SN) and condition (P) is statistically significant.
- An image that is blurred (P condition) because it has been intentionally blurred by a lens in the projector requires a slower and more complex visual processing to accommodate this retinal defocus caused by positive lenses in both eyes in front of a non blurred image (G condition).
- When the subject performs a task of sustained attention, it applies a greater focus of the stimuli at the beginning of the task. As time passes, sustained attention begins to oscillate and the accuracy decreases. This explains the decreasing trend between the accuracy and the second half of the test bdpq (from character 12 to 22), as during this second half the subject would surely be less concentrated (accuracy plot).
- In the present analysis we can assume various errors that could have skewed the results:
 - Small sample (only 18 subjects)
 - Procedural error: it had been necessary to cause a fourth or fifth condition with an even greater degree of blur to know if the blur cause significant enough differences between the conditions regarding the accuracy variable.



E- MEMORIA:	Págs.
1- ÍNDICE.....	11
2- INTRODUCCIÓN.....	12
2.1 Objetivos (generales y específicos).....	12
2.2 Conceptos básicos.....	12
2.2.1 Rendimiento Visual.....	12
2.2.2 Borrosidad de la imagen.....	23
2.2.3 Exactitud y tiempo de respuesta.....	27
2.2.4 Otros (AV, PP, PR, ZVN, MEM, SC,)	29
3- METODOLOGIA.....	33
3.1 Test utilizado.....	35
3.2 Sujetos.....	35
3.2.1 Criterios de inclusión.....	36
3.2.2 Criterios de exclusión.....	36
3.3 Material.....	36
3.4 Distancias	37
3.5 Procedimiento y análisis de datos.....	37
3.6 Análisis estadístico.....	43
4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
5- CONCLUSIONES.....	49
6- FUTUROS TRABAJOS.....	50
7- ANEXOS.....	51
8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53

2- INTRODUCCIÓN:

2.1 OBJETIVOS DEL T.F.G.

El presente estudio tiene como objetivo general analizar la influencia de la borrosidad de un test visual sobre la atención de los observadores, utilizando el rendimiento visual como indicador de esta atención.

Objetivos específicos.

- Analizar el rendimiento visual de los observadores de una muestra en una tarea de reconocimiento basada en el test bdpq.
- Evaluar el citado rendimiento a partir de la exactitud de las respuestas de los observadores, en el marco de la teoría de señales.
- Comparar los valores de exactitud obtenidos en diferentes condiciones experimentales:
 - 1) Con corrección habitual (gafas o LC) o sin ella si no precisa.
 - 2) Añadiendo lentes de + 1.75D en ambos ojos (AO), para provocar borrosidad mediante desenfoque retiniano.
 - 3) Añadiendo una lente de + 0.75D en el ocular del proyector, para provocar desenfoque de la imagen.
- Evaluar el tiempo de respuesta de los observadores en la tarea de reconocimiento citada, también comparando entre las tres condiciones.

2.2 CONCEPTOS BÁSICOS

Antes de iniciar el desarrollo de este experimento es necesario tener claros algunos conceptos básicos que ahora vamos a desarrollar.

2.2.1. Rendimiento visual y atención

Conceptos y definiciones de la atención:

El concepto de atención no es simple y se han formulado diferentes descripciones concibiéndola como un filtro, como un proceso de percepción conjunta con la visión, como mecanismo de orientación en el espacio, como proceso de selección del objeto, etc. Resulta difícil ser convincente para explicar este concepto.

A continuación, se muestra algún concepto básico obtenido de la página web (http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/3834/26/TEMA%202_PROCESOS%20PSICOL%C3%93GICOS%20BASICOS.pdf).

1. Dos concepciones históricas: a) Atención como una cualidad de la percepción: No se puede atender a todos los estímulos, y la atención es el proceso que selecciona los más relevantes para percibirlos "mejor". b) Atención como un mecanismo de control: Todos los procesos cognitivos requieren supervisión y orden para adecuarlos a un objetivo.
2. Definición clásica:
Es el proceso en que la mente toma posesión, de forma vivida y clara de uno de los diversos efectos o trenes de pensamiento que aparecen simultáneamente. Focalización y concentración de la consciencia son su esencia. Implica la retirada del pensamiento de varias cosas para tratar efectivamente de otras. La atención visual se compone de foco, imagen y periferia. (*William James, 1890*).
3. Mecanismo central de capacidad limitada cuya función primordial es controlar y orientar la actividad consciente del organismo conforme a un objeto determinado. (*Pío Tudela, 1992*).
4. Proceso por el cual podemos dirigir nuestros recursos mentales sobre algunos aspectos del medio, los más relevantes, o bien sobre la ejecución de determinadas acciones que consideramos más adecuadas entre las posibles. Hace referencia al estado de observación y de alerta que nos permite tomar consciencia de lo que ocurre en nuestro entorno. (*Ballesteros, 2002*).
5. Real Academia Española de la lengua:
Atención, del latín "attentio": acción de atender
Atender, del latín "attendere": esperar o aguantar/ aplicar voluntariamente el entendimiento a un objeto espiritual o no espiritual/ tener en cuenta o en consideración algo.
6. Atención como modelo de filtro:
Su objetivo era encontrar información acerca de la recepción simultánea proveniente de 2 entradas diferentes de estímulos. (*Cherry, 1953 & Broadbent, 1958*).
7. Modelo de procesos automáticos: Existen procesos automáticos y controlados que contradicen el modelo de filtro, para explicar aquellas situaciones en las que las personas demuestran una notable capacidad para hacer dos o más cosas a la vez. (*Shiffrin & Schneider, 1977*).

En este estudio se seguirá el marco teórico del concepto de atención desde el punto de vista de la Psicología cognitiva. Por lo tanto, se intentará evidenciar que la atención es consciente, activa y controlada. También se trata de un mecanismo de selección de filtro de información relevante, y es a su vez un mecanismo de capacidad limitada (no puede realizar a la vez dos tareas complejas ya que se producen interferencias y bajo rendimiento). Por último, es un mecanismo de alerta; el sujeto en estado de vigilia es capaz de responder y ejecutar multitud de tareas no simultáneas siendo eficaz.

Los tres están estrechamente relacionados, por lo que se puede concluir que la atención es un sistema de capacidad limitada que realiza operaciones de selección de información y cuya disponibilidad o estado de alerta fluctúa considerablemente.

El conjunto de procesos mediante los cuales la información sensorial que entra es transformada, reducida, elaborada, almacenada, recordada o utilizada se llama cognición (Neisser, 1967). La percepción sería el pilar básico de los procesos cognitivos en el que tienen base los procesos cognitivos más simples (atención, memoria y aprendizaje) y los más complejos (lenguaje, pensamiento e inteligencia). Información recuperada de la web (<http://www.monografias.com/trabajos15/psicologia-cognitiva/psicologia-cognitiva.shtml>).

La atención se concibe como propiedad de la percepción que permite seleccionar la información relevante.

Otra relación similar ocurre entre atención y memoria, porque tenemos memoria principalmente de la información atendida. Del mismo modo, la atención también se ve influenciada por la motivación que interviene en la resistencia a la distracción.

Tipos de atención:

1. En función del objeto:

Atención interna: Cuando la capacidad de atención está dirigida hacia los propios procesos mentales o estimaciones interoceptivas (que provienen de los órganos internos del cuerpo humano). Ejemplo: sensaciones físicas propias, pensamientos, reflexiones,... están desligadas del entorno.

Atención externa: Cuando la capacidad atencional se dirige hacia estímulos que provienen del exterior. Ejemplo: semáforo, imágenes de publicidad o el reflejo de nuestro rostro en un espejo.

2. En función de la voluntad del sujeto:

Atención voluntaria: Actitud activa del sujeto hacia los estímulos. El sujeto decide el ámbito de aplicación de su atención. Ejemplos: aprendizaje de algo nuevo cuando alguien nos está enseñando a hacer algo o leer el contenido de un libro.

Atención involuntaria: Actitud pasiva del sujeto. Es el estímulo el que atrae la atención del sujeto. Ejemplo: una imagen muy luminosa que nos atrae.

3. En función de la expresión de la respuesta al estímulo

Atención abierta: Va acompañada de respuestas motoras y fisiológicas en el organismo, como cambios posturales, gestos o actitudes en el sujeto.

Ejemplo: Voltear la cabeza al percibir un ruido fuerte, mueca de repulso ante la observación de algo que al sujeto le puede ser repugnante.

Atención encubierta: No es posible detectar los efectos motores y gestos en el organismo mediante la observación en el sujeto, pero está presente el proceso de atención. Ejemplo: intentar escuchar una conversación sin que los protagonistas lo noten, una partida de póker al observar las cartas sobre la mesa.

4. En función del interés del sujeto

Atención dividida: Cuando tiene en cuenta varios estímulos que aparecen en el campo atencional. Ejemplo: escuchar música y leer un libro.

La capacidad de concentración será menor porque varios son los centros de atención, lo que dificulta una focalización completa en cada una de ellos.

Atención selectiva o focalizada: Cuando existe la capacidad para centrarse en estímulos relevantes, mientras que se suprime la consciencia de otros estímulos distractores. Controla los procesos y mecanismos por los cuales el organismo procesa sólo parte de toda la información y da respuesta únicamente a aquellas demandas del contexto que son necesarias y útiles realmente para el sujeto. Esto implica que la atención selectiva realiza un filtrado de la información.

La selectividad atencional implica dos aspectos:

- a) selección de los estímulos que se presentan en el ambiente (evita la sobrecarga del sistema cognitivo)
- b) selección de los procesos y las respuestas que se van a realizar (evita la incompatibilidad de tareas).

Características importantes en la atención selectiva:

- Focalización de la atención: centrar la atención en unos pocos estímulos
- Ignora mediante respuestas incompatibles (el sujeto las inhibe) y distractores (inhibe los estímulos que no son importantes para la tarea a efectuar).
- Puede producirse de forma voluntaria o involuntaria. Hablamos de:

Concentración: el sujeto fija voluntariamente la atención sobre un único objeto, idea o actividad con preferencia sobre otros. Es un mecanismo de control selectivo de la atención. A diferencia de la atención dispersa, donde el sujeto no es capaz de focalizar su atención y manifiesta continuas oscilaciones de atención.

Los procesos inhibitorios suelen llevarse a cabo voluntariamente aunque en ocasiones no están sometidos a control voluntario (fenómeno de habituación).

Ejemplo: Estudio o aprendizaje de cualquier tipo. Inhibimos todas las acciones que se alejan de nuestro objetivo, conscientemente o no, descartamos las distracciones o todo estímulo que no nos interesa en favor de una total dedicación a una tarea específica.

5. En función del tiempo

Atención sostenida: Cuando la atención es capaz de mantener el foco atencional y permanecer alerta ante la presencia de determinados estímulos durante periodos de tiempo relativamente largos.

Atención sostenida sería sinónimo de 'persistencia de la atención'. Al mantener nuestra atención se puede producir un deterioro en la vigilancia debido a un decremento de la vigilancia por el descenso progresivo de la atención en la tarea a lo largo del tiempo y también por el nivel de ejecución de la tarea en su conjunto y no a lo largo del tiempo.

La distraibilidad (atención más dispersa con distracción fácil) y lapsus de atención (descensos de los niveles de activación que se muestran con una disminución de la intensidad de la atención), son dos efectos que se producen en la atención sostenida.

Funciones de la atención:

- Focaliza selectivamente nuestra consciencia
- Regula la entrada de información:
 - Filtra información
 - Detecta información
- Resuelve la competencia entre estímulos para su procesamiento en paralelo (análisis sensorial simultáneo de una señal).
- Activa zonas cerebrales para proporcionar una respuesta adecuada en el tiempo
- Facilita la percepción, memoria y aprendizaje

Otros aspectos considerables en la atención:

Las tareas de atención pueden ser múltiples o variadas, presentando mayor o menor nivel de complejidad. Algunos rasgos que delimitan el nivel de dificultad son:

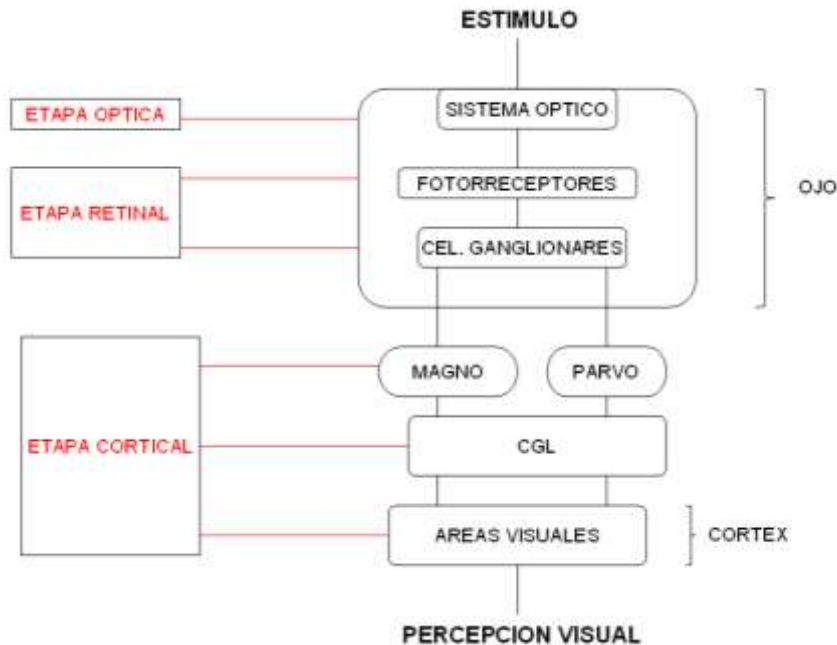
- a) números de señales presentadas: cuanto mayor sea el número de señales que el sujeto deba detectar, peor será el rendimiento.
- b) canales múltiples: cuantos más canales sensoriales (auditivos, visuales...) se incluyen en una tarea, peor será el rendimiento. Puede aumentar el rendimiento si se sincronizan los canales. Ejemplo: después de un estímulo visual viene un estímulo auditivo; el rendimiento mejora porque al estar sincronizadas sabemos que después de uno viene el otro.
- c) ritmo de presentación de la señal: hace referencia al número de señales que aparecen en la tarea de atención. Determina el grado de control que el sujeto tiene sobre cuándo aparecerá la señal. Cuanto más frecuentes son las señales en un periodo fijo de tiempo, menos incertidumbre tiene sobre cuando aparecen.
- d) nivel de discriminación de la señal: cuanto menos discrepancia existe entre el estímulo que nos interesa y el que debemos discriminar, mayor cantidad de recursos de atención deberá exigirse al sujeto.
- e) tipos de discriminación de la señal:
 1. discriminación simultánea: el sujeto sólo discriminará la señal sin compararla con una señal criterio. Ejemplo: discriminar una letra determinada ante el abecedario.
 2. discriminación sucesiva: el sujeto discriminará la señal en criterio de otras que difieren sólo en una característica. En esta discriminación se requieren más recursos cognitivos, por lo que el rendimiento será menor que en la discriminación simultánea. Ejemplo: discriminar unas letras de otras por estar escritas en mayúsculas o presentar un guión en su base.
- f) previsibilidad de la señal: una señal se hace previsible cuando los intervalos entre las señales tienen una duración similar. Una señal que es predecible, disminuye la incertidumbre temporal, al igual que el ritmo de aparición de señales. Por este motivo, las señales predecibles aumentan la precisión de la discriminación y reducen el tiempo de respuesta, aumentan el rendimiento.
- g) incertidumbre espacial: la probabilidad de que la señal aparezca en la misma posición en que ha aparecido en casos anteriores es mayor. Por ello, el rendimiento será mayor.

Motivación y Atención: se relacionan mutuamente formando un ciclo indisoluble. La motivación dirigirá nuestra atención, y a su vez será la que favorecerá el procesamiento de estímulos que pueden despertar el comportamiento motivador. Los estados motivadores dirigen la selectividad de los estímulos.

Atención-Motivación y Emoción: nuestra afectividad, nuestros sentimientos y el tono afectivo de los estímulos que nos llegan, contribuyen a determinar cuál va a ser nuestro foco atencional prioritario. Aquello que nos motiva y nos provoca sentimiento positivo o negativo nos atrae dirigiendo nuestra atención a estos estímulos emotivos y emocionales.

El proceso Visual

La óptica fisiológica es la parte de la óptica, y por tanto de la física, que se encarga del estudio del proceso visual.



"(Recuperado de Urtubia, 2014. Apuntes de Neurofisiología de La Visión. FOOT.)"

El proceso visual se subdivide en 3 etapas:

Etapa Óptica: En esta primera etapa, el ojo forma una imagen sobre la retina gracias a todas las estructuras ópticas que lo componen. Proceso óptico en el cual la retina se comporta como una pantalla.

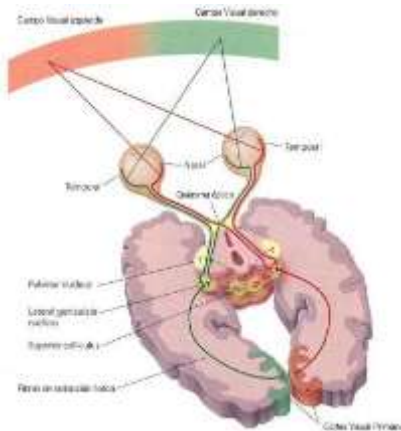
Etapa Retinal: En esta segunda etapa, la luz presente en la retina estimula a los fotorreceptores (conos y bastones).

Etapa Cortical: En esta tercera etapa, la información contenida en las células ganglionares se transmite a córtex visual, hacia el cuerpo geniculado lateral a través de dos caminos conocidos como vía magnocelular y parvovelular. En esta misma etapa la información se recombina y se redistribuye en zonas corticales específicas y, finalmente su integración junto con otros elementos como la memoria dan lugar a la percepción visual final. En esta etapa los impulsos van a córtex visual para la percepción.

Vías visuales en el procesamiento de la información: Vía pregeniculada (de retina a CGL) y postgeniculada (de CGL a corteza visual para formar la imagen)



Describo algunas fuentes de información necesarias para entender la neurofisiología de la atención visual.



(<https://www.youtube.com/watch?v=vEMs0ILO4YA>)

Fotorreceptores Visuales: Células fotosensibles que permiten la visión detectando energía luminosa y convirtiéndola en energía eléctrica, transmitiendo el impulso nervioso. Son los CONOS y BASTONES de la retina.

Células Ganglionares de la Retina: Son las últimas células de las capas de la retina, sus axones forman el nervio óptico. Transmiten la información a córtex visual a través del cuerpo geniculado lateral mediante dos vías: vía magnocelular y vía parvocelular.

Cuerpo Geniculado Lateral (CGL): Situado en la cara posterior del tálamo y apoyado sobre los núcleos pulvinares. Transmite la información visual desde las células ganglionares hacia el córtex visual.

Núcleos Pulvinares: Situados en el tálamo. Se extienden hacia los núcleos geniculados y reciben conexiones de los colículos superiores y de las áreas visuales V1, V2, V3, V4 y V5.

Colículos Superiores: Situados en el mesencéfalo. Unas pocas fibras del nervio óptico (axones de ganglionares), hacen sinapsis en el colículo. Su brazo se extiende al cuerpo geniculado lateral. Se relaciona funcionalmente con reflejos visuales y participa en el control simultáneo de ambos ojos.

Vía parvocelular: Llevan información visual desde la retina (células ganglionares), pasando por el cuerpo geniculado lateral, hasta córtex visual primario (V1). Son células de pequeño tamaño que sinaptan con las capas ventrales del CGL. Transmite información de la percepción del color y detalles.

Vía magnocelular: Llevan información visual desde la retina, pasando por el cuerpo geniculado lateral, hasta V1. Son células de gran tamaño que sinaptan con las capas ventrales del CGL. Transmite información de la percepción de profundidad y movimiento.

Corteza visual o córtex visual: Se refiere a la corteza visual primaria (área V1 o corteza estriada) y las áreas corticales extra estriadas (áreas V2, V3, V4, y V5), en lóbulo occipital. El lóbulo occipital está situado en la zona posterior del cerebro, por detrás de los lóbulos parietal y temporal. Se encarga del procesamiento visual.

- V1: Recibe información directamente del núcleo geniculado lateral. Se produce la percepción del estímulo.
- V2: Consta de 2 regiones: una corteza preestriada, situada alrededor de V1 y que recibe aferencias de ésta y otras zonas corticales, así como del tálamo. Esta zona se ha relacionado con la memoria; y una corteza inferotemporal, situada en la zona inferior del lóbulo temporal y la lesión de esta zona produce agnosia (falta de reconocimiento)
- V3: Región de la percepción de la forma dinámica.
- V4: Percepción del color y del contraste cromático
- V5 (o MT): Percepción del movimiento

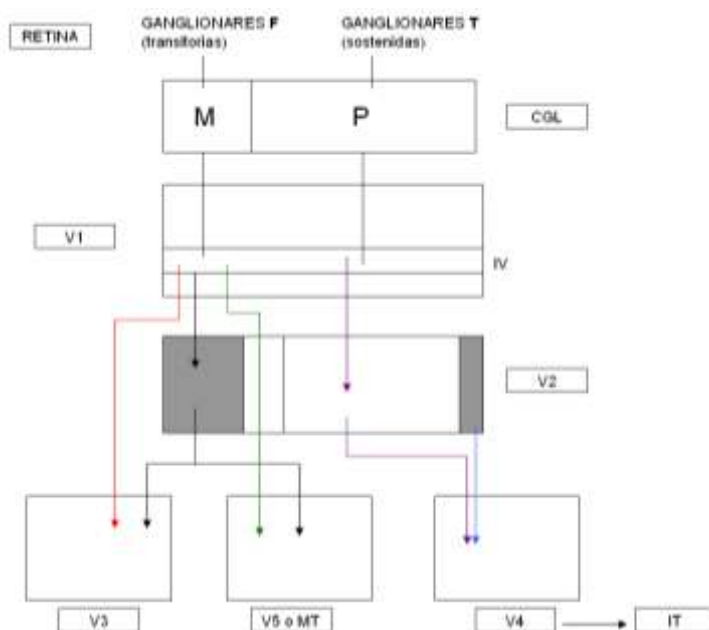
Estas tres últimas áreas, reciben aferencias tanto de V1 como de V2.

Integración final de la información visual

Axones de células ganglionares proyectan en cuerpo geniculado lateral (CGL). El CGL está formado por 6 capas de neuronas, que han sido numeradas desde la seis, la más dorsal hasta la uno, la más ventral. A cada lado, las capas 1, 4 y 6 reciben información del ojo contralateral, mientras las capas 2, 3 y 5 reciben información del homolateral.

En el CGL se establece una segregación funcional de la información visual. Las capas dorsales 3, 4, 5 y 6 contienen células pequeñas, denominadas parvocélulas (células P), mientras que las capas 1 y 2 ventrales, contienen células grandes, llamadas magnocélulas (Células M).

- Las células ganglionares grandes, procedentes en su mayoría de la retina periférica, se proyectan en una zona amplia del CGL y constituyen el llamado sistema magnocelular, que se continúa con la capa IV del córtex visual primario (V1). De aquí se dirige directa o indirectamente al área cortical temporal media (MT o V5). Esta vía está relacionada con el bosquejo o esbozo de la imagen y el movimiento
- Las células ganglionares pequeñas, procedentes de retina central, se proyectan a su porción parvocelular (P) y constituyen el sistema parvocelular que proyecta en la capa IV de la corteza visual primaria (V1) y también hacia la corteza preestriada (V2). Finalmente, proyecta con las capas V3 y V4. Esta vía está relacionada con el detalle y el color.



"(modificado de Urtubia, 2014. Apuntes de Neurofisiología de La Visión. FOOT.)"

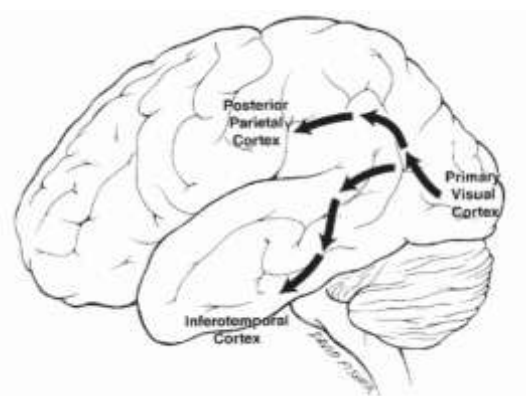
En la figura anterior se representan las conexiones de los sistemas parvocelular y magnocelular desde retina y CGL a través de las áreas del cerebro V1 y V2 hasta las áreas V3, V4, V5 e IT (en corteza occipital: funciones visuales).

Las neuronas de la corteza V1, envían axones a V2, V3 y V5. Además, la V4, recibe el influjo de la V2, pero no directamente de la V1.

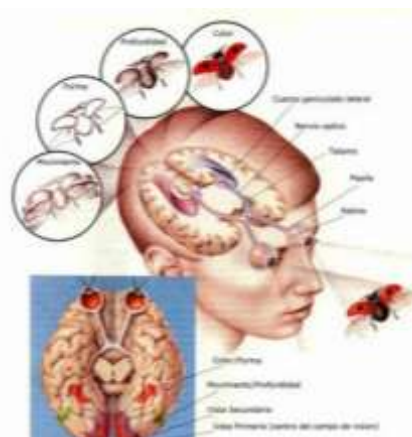
Cada una de estas áreas, V2, V3, V4 y V5, contiene una o más representaciones del campo visual.

Estudios recientes (http://es.wikipedia.org/wiki/Corteza_visual) demuestran que áreas de la corteza parietal y temporal también participan en el proceso visual. Las eferencias de las áreas V2, V3, V4 y V5 o MT, se dirigen a corteza parietal posterior (CPP) y a corteza infero-temporal (IT).

Esto hace que, desde el punto de vista funcional, se acepte que existen dos rutas corticales de procesamiento de la información sensorial visual: una ruta ventral que se dirige hacia el lóbulo temporal y que parece implicada en el reconocimiento de objetos del campo visual, y otra dorsal hacia el lóbulo parietal, importante en la visión espacial, respondiendo así al ¿qué? y al ¿dónde? del análisis visual. De ambas rutas, la proyección infero-temporal representa el nivel más alto de la función visual.



(http://www.floiminter.net/?page_id=176)



(<http://ilustrandoenlaescueladearte.blogspot.com.es/2012/11/el-modelo-y-la-imagen-dibujo-y-memoria.html>)

FUNCIONAMIENTO NEUROFISIOLÓGICO DE LA ATENCIÓN

La actividad atencional pasa por tres fases fundamentales con el objetivo principal de mejorar su eficacia:

1. Inicio: captación de la atención. Los receptores sensoriales captan el estímulo.
2. Mantenimiento: duración variable. Su función es que la atención permanezca focalizada en un tiempo determinado para desarrollar eficazmente la tarea.
3. Cese: se deja de atender al estímulo pasando un tiempo que también es variable.

Las principales áreas cerebrales que controlan la atención visual, según un estudio realizado por la revista "Science, 2009" son: las cortezas del lóbulo frontal (detrás de la frente), del lóbulo prefrontal (delante del lóbulo frontal) y el lóbulo parietal (detrás del lóbulo frontal).

La publicación de este estudio afirmó, que cuando observamos una escena y un objeto aparece de forma repentina en nuestro campo visual, las neuronas que se estimulan antes, son las procedentes del lóbulo parietal; mientras que cuando tenemos que buscar un objeto entre otros, las que se estimulan primero son las frontales antes que las parietales.

Según Posner y Petersen (1990), existen tres sistemas cerebrales interrelacionados que regulan diversos tipos de atención: el sistema atencional de alerta, el sistema atencional posterior y el sistema atencional anterior (www.neuropsicol.org/Np/atencion.htm).

1. El primero de estos sistemas es el que Posner y Petersen denominan "arousal" o estado de alerta. Integra la atención básica y está regulado por el sistema reticular activador (mesencefálico) y sus conexiones talámicas, sistema límbico, córtex frontal y de ganglios basales. Este sistema suministra la 'consciencia'. Consta de dos componentes; una atención tónica (umbral de vigilancia mínimo que se necesita para mantener la atención durante la realización de una tarea prolongada), y una atención fásica (capacidad para dar una respuesta rápida ante algún estímulo relevante que se presenta de manera inesperada). Aunque la atención es una función bilateralizada, cada hemisferio estaría funcionalmente especializado. El hemisferio izquierdo ejerce un control unilateral (contralateral) y el hemisferio derecho un control bilateral, además de regular el sistema de "arousal" y mantener el estado de alerta.

2. El segundo sistema es el denominado "sistema atencional posterior", de atención selectiva o de selección de la información del entorno. Éste permite orientarnos automática o involuntariamente hacia los estímulos visuales y localizarlos (**atención involuntaria**). Las estructuras implicadas en este circuito son el córtex parietal posterior (sobre todo hemisferio derecho), el núcleo pulvinar lateral del tálamo y el colículo superior. El córtex parietal posterior (sobre todo derecho), constituirá el principal asentamiento de un sistema atencional posterior encargado de la atención selectiva y focalizada.

Esta atención está activada por tanto, por tres niveles distintos del SNC:

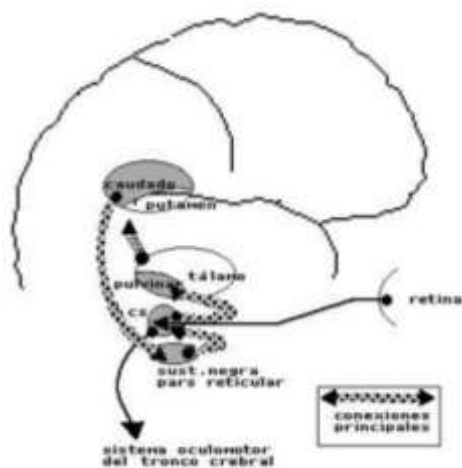
- sistema del lóbulo parietal: situado en el córtex, se encarga de la acción ejecutiva asegurándose que se complete el procesamiento de un estímulo antes de procesar el siguiente.
- sistema pulvinar: situado en el extremo posterior del tálamo (en él la información se modula y transmite al resto del cerebro. Conectan con áreas de asociación de la corteza cerebral de los lóbulos parietal, occipital y temporal). Bloquea los estímulos sensoriales no atendidos y permite ocuparse del estímulo atendido (atención visual selectiva)
- sistema del colículo superior: situado en el cerebro medio (mesencéfalo), centrado en la atención visual. Recibe impulsos nerviosos de los ojos, activando los movimientos oculares.

De este sistema atencional posterior dependen los tipos de "atención de desplazamiento", "atención selectiva espacial" o "atención serial".

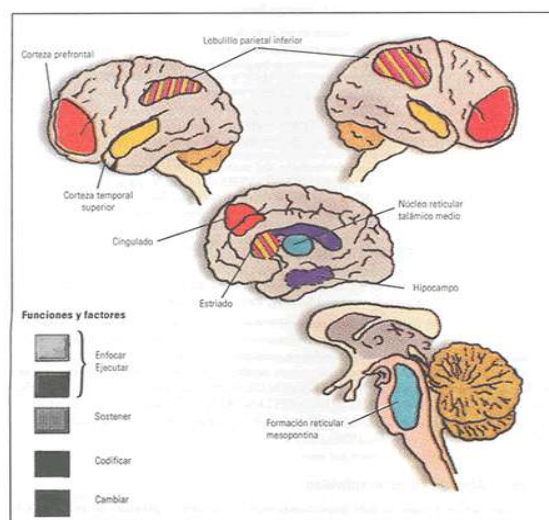
3. El tercer sistema es el "sistema atencional anterior", que suministra el control voluntario de la atención (**atención voluntaria**, consciente o focalizada). Está integrado por zonas del cíngulo anterior, córtex prefrontal dorsal lateral y el núcleo caudado. Anatómicamente, el cíngulo anterior está estrechamente relacionado con el lóbulo parietal posterior así como con las áreas frontales del lenguaje.

La base neurofisiológica de la atenció visual, es el resultado de una red de conexiones corticales y subcorticales, que conforma un circuito cuya entrada es la informaci3n captada desde retina y su salida es a trav3s del sistema oculomotor.

El col3culo superior (CS), el pulvinar (t3lamo) y el n3cleo caudado constituyen las principales estructuras subcorticales relacionadas con la atenció. Las conexiones del caudado a la sustancia negra, de 3sta al CS y de 3ste al t3lamo conforman el circuito b3sico subcortical de la atenció.



(http://www.disa.bi.ehu.es/spanish/asignaturas/17223/La_atencion.pdf)



(<http://es.slideshare.net/mavilam/s14-atencion>)

Las principales estructuras corticales involucradas en la atenció visual incluyen las 3reas visuales occipitales (V1, V2,...) y visuales temporales (especialmente el c3rtex temporal inferior o IT), el c3rtex parietal posterior, el c3rtex prefrontal lateral, y el c3rtex cingulado.

Las principales interconexiones corticales implicadas en la atenció, se sintetizan en tres v3as:

- Una v3a inferior temporal, denominada 'ventral', que se inicia en el 3rea V1 y va a trav3s de V2 y V4 hasta IT, manteniendo importantes interconexiones con el c3rtex prefrontal dorsolateral. Asociada a la forma, reconocimiento y representaci3n del objeto; tambi3n en el almacenamiento de la memoria a largo plazo.
- Una v3a superior parietal, denominada 'dorsal', que se inicia en la misma 3rea V1 e interconecta con el CPP, y de aqu3 a la corteza prefrontal dorsolateral. Se especializa en la forma y el color. La atenció parece acceder a V4 a trav3s del n3cleo pulvinar conectado con el sistema parietal a su vez.

Estos dos primeros circuitos no s3lo son integrantes del sistema cortical atencional sino que constituyen los dos circuitos paralelos b3sicos en la percepci3n visual: el circuito 'ventral' para el reconocimiento de los objetos del campo visual y el 'dorsal' importante para la visi3n espacial.

- Una tercera v3a, correspondiente a las interconexiones del CPP, el c3rtex prefrontal y el c3ngulo. Las interconexiones de esta corteza parietal posterior son m3s intensas con la zona posterior del c3ngulo, mientras que la corteza prefrontal dorsolateral mantendr3a interconexiones m3s destacadas con el c3ngulo anterior.

2.2.2. Borrosidad de la imagen

A continuación se describen algunos conceptos básicos para entender los fenómenos de borrosidad, fatiga visual y acomodación.

Fóvea: Zona de máxima visión (retina central) de la retina que nos proporciona una imagen clara y nítida de lo que vemos.

Retina periférica: Zona de la retina donde se percibe todo lo que está alrededor de lo que miramos (estímulo diana o foco atencional) y se percibe ligeramente borroso.

Presbicia: Vista cansada. Deficiencia para enfocar los objetos próximos, debida al proceso de envejecimiento del aparato acomodativo. Se corrige con lentes positivos

Lentes esféricas negativas: Lentes que provocan que el haz de rayos que incide en ésta diverja (se aleje) y provoque una visión del objeto de menor tamaño.

Prismas: Medio sólido y transparente limitado por dos superficies planas que forman un ángulo. Es capaz de reflejar y descomponer la luz blanca en los colores del arco iris. Cuando la luz pasa del aire al vidrio del prisma, disminuye su velocidad desviando su trayectoria.

Cuando se utilizan, obligan a realizar movimientos de los músculos oculares con dirección hacia fuera, adentro, arriba o abajo, dependiendo de las alteraciones motoras.

Índice de Refracción: Cociente entre la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en un medio material transparente. La velocidad de refracción en el vacío es 1. A mayor índice de refracción, mayor poder refractivo.

Refracción: Desviación de un rayo de luz cuando pasa de un medio con determinado índice de refracción u otro con diferente índice refractivo o densidad.

Algunos medios presentan más potencia para desviar los rayos de luz. En el ojo el humor acuoso y vítreo son estos medios.

Difracción: Dispersión de un rayo de luz cuando es interceptado por un obstáculo, como otro rayo, un cuerpo opaco o una abertura estrecha.

Dioptría: Unidad que expresa la potencia de refracción.

Aspectos considerables de la borrosidad, fatiga y acomodación visual:

Mecanismo de formación de las imágenes (Acomodación)

Los rayos luminosos son refractados cuando atraviesan medios de diferente densidad. En la refracción de la luz se distinguen:

- Foco principal: punto donde convergen los rayos refractados
- Eje principal: línea que pasa por los centros de curvatura de la lente (cristalino). En ella se localiza el foco principal
- Distancia focal principal: distancia entre el cristalino y el foco principal. También depende del grado de la curvatura.

Los rayos procedentes de objetos situados a más de 6 metros, se llaman rayos paralelos y los situados a menos de 6 metros, rayos divergentes. Éstos últimos son enfocados a una mayor distancia focal.

-Cuando el cristalino se aplana (músculos oculares relajados):

- a) los rayos paralelos (más de 6 metros) se enfocan correctamente
- b) los rayos divergentes (menos de 6 metros) no se enfocan

-Cuando el cristalino se torna convexo (contracción de los músculos), los rayos divergentes se enfocan correctamente.

Este proceso se denomina ACOMODACIÓN.

Esta capacidad que tiene el ojo de enfocar sobre la retina los objetos situados a diferentes distancias, permite que los rayos de luz procedentes de puntos situados a varias distancias se reúnan detrás de la retina proyectando sobre ésta la imagen borrosa.

El cristalino (que funciona como una lente) y los músculos (músculo ciliar y ligamentos suspensorios) son las estructuras principales que permiten la acomodación.

La acomodación refleja es involuntaria y automática. Actúa como respuesta a la borrosidad. El indicador más eficaz de la respuesta acomodativa es la borrosidad en la fovea que pone en marcha el mecanismo de enfoque.

Cuando la borrosidad es detectada, la información se envía a través del nervio óptico hasta cerebro, que envía una respuesta motora provocando la contracción de la pupila y del músculo ciliar para que el cristalino se abombe (aumentando su curvatura y su poder dióptrico, permitiendo enfocar correctamente objetos cercanos.

Tipos de movimientos oculares

1. FIJACIÓN: Habilidad que tiene la fovea de mantener en la retina la imagen de un objeto de manera estable, mediante pequeños micromovimientos imperceptibles. Cuanto más estable, más claro se ve el objeto.
2. SEGUIMIENTOS: Habilidad de seguir un objeto en movimiento. Lo ideal es realizarlo con la fovea para que la imagen se mantenga enfocada.
3. MOVIMIENTOS SACÁDICOS: Habilidad más compleja que permite que nuestros ojos salten de un objeto a otro. Si se realizan con la fovea serán imágenes más precisas y se verán más claras. Además de la retina central o fovea, interviene la retina periférica ya que ésta nos orienta de la "cantidad de salto que debemos realizar para que nuestro ojo llegue al siguiente objeto, de una forma precisa, sin quedarnos cortos o sin sobrepasarnos. Funciona como un sistema on-off, es decir, cuando funciona la fovea no funciona la retina periférica y viceversa.



Fatiga ocular o ASTENOPIÀ

Es un riesgo al cual está expuesto todo trabajador que realice excesivas actividades visuales o cualquier sujeto que practique tareas intensivas prolongadas. Surge por una exigencia ocular adicional a la natural.

Conlleva como síntoma principal la borrosidad. Se trata de una borrosidad transitoria de la imagen, con una pérdida de nitidez a veces fluctuante. Además conlleva otros síntomas: reducción de la secreción, hipersensibilidad de la luz, alteración de la visión binocular, disminución de la capacidad de distinguir los relieves, dolor opresivo en el interior o por detrás del globo ocular y región frontal, cefalea, escozor de ojos y lagrimeo.

Tipos de astenopía

Según las causas y los factores se diferencian:

- 1- Astenopía AMETRÓPICA: Debido a la existencia de un error refractivo (hipermetropía, miopía, astigmatismo) o una mala corrección óptica. Cuando la miopía no es totalmente simétrica existe un sobreesfuerzo en el enfoque cercano.
- 2- Astenopía MUSCULAR: Por la existencia de una desviación de los ejes visuales que exige un esfuerzo continuado de los músculos extraoculares (oculares externos) para el mantenimiento de la visión binocular.
- 3- Astenopía ACOMODATIVA: Aparece como consecuencia de mantener el enfoque en visión próxima. Esta causa está unida a la muscular debido a que el sistema muscular del control de los movimientos oculares y el sistema acomodativo están íntimamente ligados, de forma que la alteración de uno de ellos afecta al otro. Ejemplo: la presbicia o vista cansada → el mecanismo de acomodación empieza a ser insuficiente, en especial a partir de los 40-45 años.
- 4- Astenopía NERVIOSA: Producida por los factores individuales, como enfermedades debilitantes que comportan poco descanso, mala alimentación, tensiones psíquicas, stress, trastornos emocionales y psicológicos.

Para desarrollar un problema de atención visual es posible que exista una alteración en los procesos oculomotores o acomodativos, en el sistema binocular, en el procesamiento de la información visual, desencadenando el síntoma de la borrosidad.

La astenopía es un problema derivado de la atención visual mal usada. Cualquier factor ambiental como puede ser la iluminación incorrecta, el contraste, reflejo de luz... también puede influir en la provocación de la astenopía.

Durante la convergencia mantenida en los trabajos de cerca, se contraen los músculos rectos, medios y oblicuos superiores oculares. Si hay un déficit del reflejo de la convergencia estos músculos forzados se cansan al poco tiempo.

La astenopía aparece en profesionales que utilizan monitores en su trabajo (14-85% de ellos) a causa del deslumbramiento de la propia pantalla y el bajo contraste que existe entre los caracteres y el fondo de la pantalla. Se trata de una afección reconocida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) dentro del grupo de enfermedades laborales. Constituye el problema más frecuente en los países desarrollados, por el uso extendido de la visión próxima y las pantallas digitales en el trabajo.

La mala iluminación favorece la fatiga visual. En buenas condiciones de iluminación la pupila se cierra (contracción) y cuando enfocamos de cerca el cierre pupilar aumenta la profundidad del foco, provocando así el enfoque de cerca por lo que el esfuerzo del músculo ciliar es menor.

Se puede concluir que cuanto menor es el diámetro de la pupila, menor es la borrosidad de la imagen. Con un diámetro pupilar pequeño se reduce la cantidad de luz que entra a la retina y se produce mayor difracción.

También la luz aumenta el contraste de lo que estamos mirando. Una disminución del contraste induce al ojo a que trabaje más la acomodación, con el fin de obtener la imagen con mayor calidad.

Cuando estamos concentrados en una tarea visual continuada, se parpadea menos provocando el llamado "ojo seco". Signos y síntomas: escasez de lágrimas, irritación de la córnea y conjuntiva, visión borrosa y ardor.

Medidas generales que existen para disminuir la fatiga visual: HIGIENE VISUAL

1. Iluminación correcta, deben evitarse los reflejos (sobre el papel o la pantalla). Suavizar brillo y contraste de la pantalla, luz natural.
2. Postura adecuada: una mala postura desencadena un cansancio general que puede afectar provocando también a la fatiga visual. Distancia de 60cm por debajo del nivel de los ojos.
3. Realizar pausas: descansos periódicos; cada 1-2h apartar la vista hacia el infinito.

Medidas concretas para disminuir la fatiga visual: dependiendo de las causas hay un tratamiento específico:

- a) en el caso de sequedad ocular: lágrimas artificiales, parpadear forzosamente, cerrar los ojos durante algún instante.
- b) Defectos de refracción: corregir graduación.

Si evitamos que esta musculatura cristalina trabaje, disminuirémos su esfuerzo y por tanto, reducirémos la fatiga visual. En aquellos que tiene defectos de graduación, mediante lentes positivas se conseguirá este efecto. Cuando tenemos a un miope, reducimos o incluso se podría eliminar la graduación.

Normalmente la fatiga visual aparece durante el esfuerzo mantenido de cerca. El ojo normal, sin defectos de graduación, está programado para enfocar de lejos. Cuando enfoca un objeto cercano necesita que el músculo ciliar esté trabajando activamente para acomodar.

En reposo los ojos presentan una cierta acomodación residual aproximadamente de 1.5D (acomodación tónica). De cerca, el máximo de acomodación es de 15D (amplitud de acomodación).

La amplitud de acomodación puede estimularse mediante:

- lentes esféricas negativas; alejan la imagen pero la hacen más pequeña
- acercando el estímulo
- con prismas de base temporal; la base del prisma se coloca hacia fuera, desplazando las imágenes de los objetos a una posición que pueda ser observada cómodamente por la acción provocada en los músculos de la acomodación.
- con colirios que provocan visión borrosa para que se produzca, posteriormente.

En una función acomodativa inferior a la requerida (insuficiencia de acomodación), su síntoma principal es la borrosidad de cerca y aparece la dificultad para aclarar con lentes negativas. Por el contrario, la sensación borrosa de lejos aparece en alteraciones con un exceso de acomodación y presentan dificultad para aclarar con lentes positivas.

Cuando la respuesta acomodativa es correcta pero no se puede mantener durante mucho tiempo sin permitir muchas modificaciones (cambios de acomodación) aparece la fatiga acomodativa. Su síntoma principal es el cansancio visual relacionado directamente con la realización de actividades visuales prolongadas.

El poder de acomodación es limitado porque al aproximarse un objeto a una distancia menor de 10-15 cm, comienza a verse borroso.

La distancia de enfoque no supone un problema si estamos situando al objeto en la distancia adecuada (30-40cm o más). Si nos acercamos al objeto-estímulo a menos de 30cm (como ocurre con las monturas) si que hay un sobreesfuerzo para el músculo ciliar. Otra cosa es que lo hagamos a la distancia adecuada pero durante un tiempo prolongado, provocando astenopía. Es erróneo utilizar gafas o LC para que el músculo no trabaje porque es bueno que éste lo haga a un ritmo adecuado. El músculo ciliar no debe sobrecargarse pero tampoco dejar de usarlo.

2.2.3 Exactitud y tiempo de respuesta

El significado de exactitud en este trabajo está relacionado con el número de aciertos o resultado de las respuestas ante los estímulos relevantes en la búsqueda visual de un test que practica la tarea de atención sostenida o focalizada. Cuando empleamos el término exactitud nos referimos a la capacidad que tiene un sujeto para focalizar el estímulo buscado e ignorar los estímulos distractores.

En la teoría de detección de las señales, la tarea del sujeto consiste fundamentalmente en un proceso de decisión. Decidirá si la magnitud de la sensación que provoca un estímulo es suficiente para inclinarse a favor de una respuesta positiva (detección) o negativa (no detección). Es decir, decidirá aceptar un criterio de respuesta.

Los 2 tipos de respuesta (SI o NO) dan lugar a cuatro posibles resultados denominados:

- Acierto o Hit (verdaderos positivos, VP): El estímulo estaba ahí y el observador lo detecta.
- Falsa Alarma o FA (falsos positivos, FP): El sistema cree detectar el estímulo, pero realmente no aparecía.
- Fallo por omisión o Miss (falsos negativos, FN): El estímulo aparecía pero el observador no lo detecta.
- Rechazo correcto o CR (verdaderos negativos, VN): El sistema no detecta el estímulo, y efectivamente no aparecía.

Un sistema sensible y específico minimizará el número de fallos por omisión y falsas alarmas, a la vez que mostrará un número grande de aciertos y rechazos correctos.

La siguiente tabla representa todas las posibilidades de respuesta que nos permite el test bdpq (test utilizado para el estudio), teniendo en cuenta el carácter alfanumérico ('p' subrayada con numero impar). De estos valores se deduce la exactitud reflejada en la fórmula visualizada en la parte inferior de la tabla. La cifra 440 es el total de caracteres alfanuméricos representados en el test.

Ésta es una variable dependiente.

		"TEST"	
		+	-
"OBSERVADOR'S"	+	L'observador marca el caràcter VP (hit) Marca el que toca	La resta de caràcters FP (falsa alarma) Marca el que no toca
	-	L'observador NO marca el caràcter FN (miss) No marca quan ho hauria d'haver fet	VN ("rechazo correcto")

exactitud

(Facilitada por Núria Lupón, 2015. Apuntes TDS 'Resum Teoria del senyal')

$$EXA = \frac{VP + VN}{VP + FP + VN + FN} = \frac{VP + VN}{440}$$

- TR: total de respuesta
- Hits: número de targets relevantes.
- FA (falsas alarmas): número de estímulos irrelevantes marcados como relevantes
- CR (rechazos correctos): número de estímulos irrelevantes marcado como tal porque lo es
- Miss: fallo porque aparece el estímulo relevante y no lo detecta.
- Tiempo

El observador puede marcar con el ratón, considerando una respuesta VP (Hit) o FP (falsa alarma).

El observador no marca con el ratón, considerando una respuesta FN (Miss) o VN (rechazo correcto).

Las respuestas correctas respecto al total de posibilidades son VP y VN.

TIEMPO DE RESPUESTA

El tiempo de respuesta (TR) es el tiempo que se emplea en dar una respuesta a un estímulo. Es una variable dependiente del tiempo que tarda el sujeto en percibir el estímulo, formarse la imagen en retina y su procesamiento cognitivo hasta que accione el ratón del ordenador con una respuesta adecuada o no.

Las condiciones de la prueba deberán ser consistentes de una cita a otra para que los resultados del tiempo de respuesta sean comparativos. Estas condiciones serán: mismo tamaño del estímulo (número de caracteres alfanuméricos), el mismo tiempo de exposición del estímulo, misma iluminación e intensidad.

El tiempo de respuesta se ve influido por diferentes factores que pueden ser modificables o no. Estos factores podrían ser:

- la edad (TR menor desde los 25 años en adelante), estado físico o de salud (TR menor con peor estado de salud. En algunos estados es pasajero como por ejemplo la fiebre), mala postura corporal, cansancio, fatiga visual, falta de atención, y un entorno estable, tranquilo y cálido (\downarrow TR).
- En el número de alternativas a elegir (mayor número de posibilidades de respuestas, el tiempo de respuesta aumenta). Con el entrenamiento y la experiencia se puede reducir el TR mediante la anticipación.
- Los estímulos auditivos son más rápidos en su respuesta porque tienen una estimulación mecánica, y los visuales menos porque son estimulados bajo reacciones químicas.

2.2.4 Otros conceptos

Es necesario tener en cuenta alguna definición concreta para entender las pruebas optométricas que experimentaron los observadores en la realización del estudio.

Punto próximo (pp): Punto más próximo al ojo en qué podemos distinguir un objeto de forma nítida. En este punto, la acomodación será máxima. Normalmente, este punto próximo se encuentra a una distancia de 15-20cm por delante de nuestro ojo.

Punto remoto (pr): Punto conjugado de la retina cuando no existe acomodación. El punto remoto es el punto más alejado donde podemos observar un objeto de forma nítida. Se considera que este punto está en el infinito.

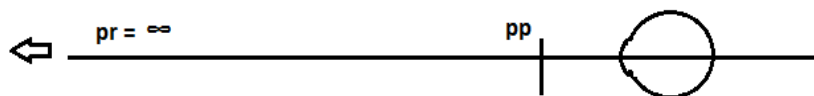
La diferencia entre el punto próximo y el punto remoto es la amplitud o recorrido de acomodación. En esta región es donde observamos los objetos de forma nítida (ZVN).

ZVN:

La amplitud de acomodación del ojo amétrope es prácticamente igual que la del ojo emétrope

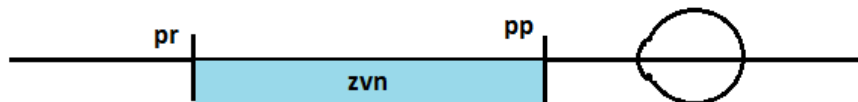
Amétrope	Emétrope
$Am = R - P$	$Am = R - P$
$P = R - Am$	$R = 0 \quad Am = -P$

-Ojo emétrope tiene el punto remoto en el infinito.



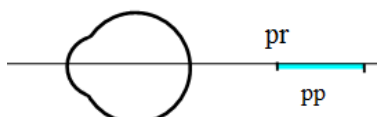
R	Am	ZVN
0	5	$-\infty, -20\text{cm}$
0	3	$-\infty, -33\text{cm}$

-Ojo miope tiene situado el punto remoto a una distancia, que varia según la cantidad de miopía, y que está siempre por delante del punto próximo ($R < 0$)



R	Am	ZVN
-2	5	$-50, -14\text{cm}$

-Ojo hipermétrope tiene situado el punto remoto por detrás del ojo ($R > 0$)

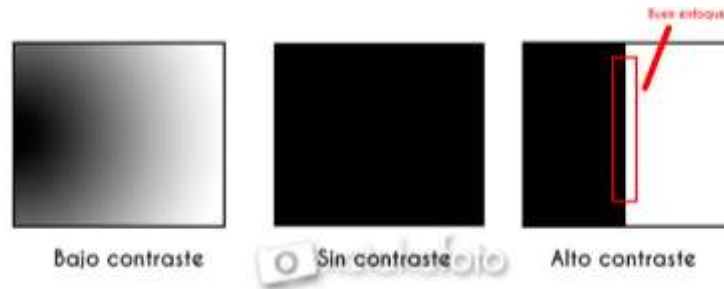


R	Am	ZVN
+2	1	$+50, +100\text{cm}$

R	Am	ZVN
+2	5	$+50, -33\text{cm}$

Sensibilidad al contraste (SC): Capacidad del sistema visual para discriminar un objeto del fondo en el que se encuentra situado. Para cuantificar el valor de SC, utilizamos un test denominado Pelli- Robson.

El contraste en una imagen se refiere a la diferencia fraccional en la densidad óptica del brillo entre dos regiones de una imagen.

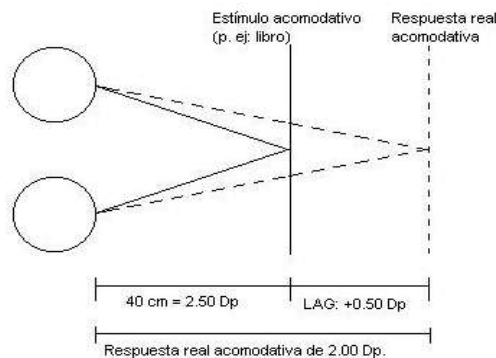


(<http://www.xatakafoto.com/guias/guia-basica-para-aprender-a-enfocar-mejor-/>)

Retardo acomodativo: Examen objetivo que nos permite determinar la respuesta del sistema acomodativo del individuo ante un estímulo acomodativo determinado. El valor del retardo acomodativo lo podemos encontrar realizando la prueba MEM o NOTT y nos indica el valor de positivo que es capaz de aceptar el paciente.

La diferencia en dioptrías entre el estímulo acomodativo y la respuesta acomodativa real, se conoce como LAG. Ésta será la acomodación que requiere un objeto situado a una determinada distancia.

Para ver nítido a 40cm, necesito estimular 2.5D.



(<http://areaprofesional.blogspot.com.es/2011/08/estudio-clinico-de-la-acomodacion.html>)

Pero en realidad, sabemos que cuando una persona acomoda en un punto no lo hace exactamente en ese punto, sino que lo hace un poco detrás de él (LAG).

Si el sujeto acomodará por delante del estímulo real, la diferencia en dioptrías entre el estímulo acomodativo y la respuesta acomodativa real será negativa. En este último caso (poco habitual o indeseable), el paciente hiperacomoda, es decir, acomoda más de lo que se requiere.

En el caso del método MEM, los valores normales y deseados de LAG: +0.50/+0.75dp.

Agudeza visual (AV): Definimos la agudeza visual como la capacidad del sistema visual para identificar objetos en condiciones de buena iluminación.

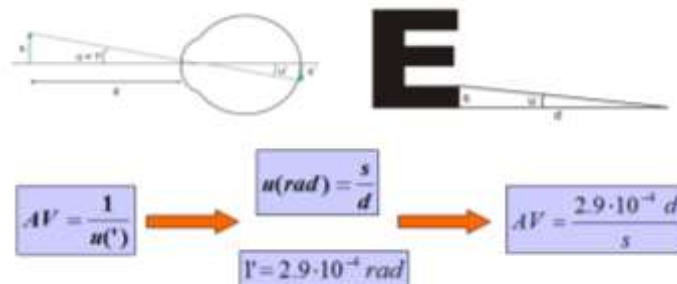
Se mide con la carta de **optotipos** (símbolos o letras especialmente diseñados para tal fin). Y se mide tanto para lejos como para cerca, y hace referencia a la de un solo ojo (derecho o izquierdo) con la mejor corrección óptica.

La agudeza visual, generalmente se expresa como la inversa del ángulo en minutos de arco que subtende el detalle mínimo del test.

$$AV = \frac{1}{u(')}$$

El valor considerado estándar es AV=1.

La relación de la AV depende entre otras cosas, del tamaño del detalle y la distancia de observación:



(<http://slideplayer.es/slide/164676/>)

Cuando nos planteamos la medida de la agudeza visual existe un buen número de parámetros que es necesario fijar de antemano, pues del valor de éstos depende el resultado de la agudeza visual.

Factores determinantes:

- Factores del estímulo: nivel de luminancia, contraste, duración del estímulo o tiempo de exposición y color.
- Factores ópticos: desenfoque, pupila y acomodación.
- Factores neurales: neuroreceptores, adaptación, localización del estímulo o extrafovealidad.
- Otros: edad, factores subjetivos (cansancio, estado de ánimo, entrenamiento del observador), detectabilidad de tests, constantes valores numéricos.

Destacaremos en este estudio el factor óptico del desenfoque influyente en la medida de la agudeza visual. Es muy evidente la relación agudeza visual y desenfoque.

El paciente que presenta experiencia de observar imágenes poco nítidas, sólo ve detalles gruesos, no detalles finos. La persona asimila el hecho de que una pérdida de nitidez en una imagen implica una reducción de la capacidad visual.

Para evaluar de qué manera varía la agudeza con el desenfoque basta con medir el valor de la AV colocando delante del ojo lentes de potencia progresivamente creciente (negativas o positivas).

El valor de la potencia de la lente corresponde directamente al desenfoque que se tiene en cada caso.

La agudeza varía inversamente proporcional a la potencia del desenfoque (Legge et al., 1987)

$AV \approx \frac{0.25}{D}$	
Grado de desenfoque (D)	Agudeza Visual (AV)
$1.25 > D \geq 2.5$	< 0.10
$0.5 > D \geq 1.25$	< 0.20
$0 > D \geq 0.5$	< 0.50

“(Recuperado de Álvarez, 2012. Apuntes de Óptica Visual. FOOT.)”

donde, D es el grado de desenfoque o ametropía.

3- METODOLOGÍA:

El sistema visual es la mayor vía para la interpretación de nuestro espacio extrapersonal. El ser humano está dotado de un sistema de procesamiento de la información de capacidad limitada, un factor esencial para la adecuada interacción con el entorno, es la capacidad de desplazar el foco atencional hacia localizaciones específicas, dentro del campo visual, en las que se localice un estímulo importante o diana.

La atención no se limita a regular la entrada de información, sino que también se implica en su procesamiento.

Los estudios realizados en el campo de la Psicología Cognitiva han demostrado que el tamaño de la serie (número total de estímulos presentados) y la semejanza entre los estímulos de la serie (forma, color...) respecto al tiempo de reacción (TR) o sobre la exactitud de la respuesta, influyen directamente observándose dos patrones de ejecución:

1. Cuando el estímulo buscado está definido por una característica simple, única, fácil de distinguir de los estímulos distractores. Ejemplo: un estímulo de color rojo sobre estímulos distractores de color verde. El aumento del tamaño de la serie tiene un efecto mínimo sobre los TR. Existe escasa o nula interferencia de los distractores (Búsqueda en paralelo)
2. Cuando el estímulo objetivo no es fácil de distinguir de los distractores, porque comparten varias características. Ejemplo: un estímulo vertical rojo, distractores verticales de color verde y distractores horizontales de color rojo y verde. El TR será mayor a medida que se aumenta el número de distractores aumenta la cantidad de interferencia haciendo la búsqueda menos eficiente. Algunos autores interpretan que el incremento del TR en función del número de distractores es una evidencia de que la atención se desplaza de manera serial de un estímulo a otro hasta encontrar el estímulo diana (Búsqueda serial).

En el caso de nuestro ensayo, como se verá a continuación, se trata de una búsqueda serial.

Investigadores recientes (Todd y Kramer, 1994) '<http://eprints.ucm.es/3021/>' defienden que la eficacia de la búsqueda paralela se debe a que el estímulo con la característica saliente atrae la atención hacia su localización.

Defienden también que la eficacia de la búsqueda del estímulo diana no depende únicamente de las propiedades físicas del estímulo a buscar sino que depende a su vez de la relación entre el estímulo diana y el contexto o ambiente en que aparece: condiciones de baja similitud entre el estímulo diana y los distractores, o de alta similitud de los distractores entre sí (ambiente homogéneo) dan lugar a búsquedas más eficientes, mientras que cuanto mayor sea la semejanza entre los distractores y el estímulo diana más difícil es la búsqueda.

Cuando un estímulo irrelevante se presenta en el campo visual difiere de su entorno por alguna característica simple (color, forma, movimiento... entre otras) salta a la vista automáticamente de forma involuntaria y rápida, y nos permite ser conscientes de determinados estímulos o cambios en nuestro entorno incluso cuando estamos atendiendo a otras zonas del campo visual (fenómeno pop-out) capturando la atención del sujeto y dificultando la búsqueda del estímulo diana. Provoca una interferencia aunque la característica saliente sea irrelevante para la tarea. Este mecanismo de selección se llama bottom-up:

- desplazamiento atencional automático
- atracción por características salientes del estímulo diana
- curso temporal rápido

Cuando la atención se desplaza de forma voluntaria hacia estímulos diana o ante lo que hemos sido instruidos para responder, la motivación e intención del sujeto determinan la localización o características seleccionadas.

Hablamos de mecanismo de selección top-down: dirigido desde niveles superiores del cerebro

- desplazamiento atencional voluntario que requiere esfuerzo
- curso temporal lento y sostenido

El mecanismo top-down es el que se pone de manifiesto en el test bdpq.

Para mejorar el test, podría añadirse algún estímulo no diana para capturar la atención del objeto → bottom-up.

Esta prueba-ensayo refleja una tarea de vigilancia de atención sostenida o concentración. Se trata de mantener a los niveles mínimos de vigilancia durante un tiempo no establecido.

El decremento de la atención se produce a partir de un cierto tiempo y se refleja observando que los niveles de atención comienzan a descender y los resultados de la tarea empeoran. Se observa midiendo principalmente el TR y la precisión de la respuesta (aciertos y errores).

3.1 TEST UTILIZADO:

Como se verá en el apartado de procedimiento en el punto 3.5, el test en su tercera fase, al aplicar la lente en el proyector, sufre cambios a la hora de ver las series de letras y números, en especial los números aparecen borrosos y el sujeto debe contar por su propia cuenta si la unidad de letra es par o impar. Aquí aparece una tarea dual o doble tarea, porque el sistema cognitivo atiende a más de un estímulo a la vez y realiza el cálculo del número correspondiente a la letra.

1ª tarea → Búsqueda de la letra p entre las letras bdpq

2ª tarea → Computar que sea impar en la serie cuando los números no se ven

El procesado de ambas informaciones no da prioridad a ninguna de ellas, pero si que puede interferir una sobre la otra.

En experimentos anteriores de otras pruebas se comprobó que el tiempo invertido era menor cuando las tareas se realizaban, las dos a la vez, respecto a cuando se realizaban por separado. William James atribuyó estos resultados a la práctica que se puede tener en alguna de las dos tareas, haciéndola más automática y sin provocar interferencia.

El caso de pasar multitud de veces la misma serie alfanumérica y la información previa que podía tener algún sujeto (fuera de la sala, los sujetos de la muestra habrán comentado entre ellos que sólo había 2 estímulos diana correctos por serie alfanumérica).

El estudio es cuantitativo, porque busca la interpretación de un fenómeno midiendo la influencia de varias variables (TR, sensibilidad, exactitud...), es decir, la relación causa-efecto. Se han cumplido los requisitos de una revisión sistemática de la literatura porque se ha utilizado bibliografía sintetizada de múltiples autores investigadores.

Se trata de una investigación basada en la evidencia y análisis de todos los datos. Es una evaluación empírica (que procede de la experiencia), un experimento formal que investiga cuantitativamente de forma controlada.

La metodología utilizada en el análisis ha querido seguir un protocolo estándar respecto a la elaboración del procedimiento, medidas y análisis de resultados de los datos obtenidos para garantizar unos resultados lo más exactos posibles, con el fin de evaluar el objetivo del experimento.

3.2 SUJETOS:

El estudio se llevó a cabo durante los meses de mayo, junio y setiembre.

Se seleccionó una muestra de 18 sujetos voluntarios, compañeros de la Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa (FOOT). Así, participaron en el estudio 9 varones y 9 mujeres de edades comprendidas entre los 21 y 28 años. Todos ellos eran mayores de edad, con una media de 22.56 ± 1.95 años.

3.2.1 Criterios de inclusión

Presentar una buena salud a nivel ocular. Los criterios de selección adoptados fueron los siguientes: emétopes y miopes corregidos (a ser posible con LC), con una AV de 0.8 o superior y buena sensibilidad al contraste.

El hecho de la inclusión de miopes con corrección de lentes de contacto es debido a que en esta circunstancia, la acomodación es igual a la de un emétrope, la imagen retinal es mayor siendo la refracción necesaria menor, además de que el número de aberraciones disminuye en todos los casos.

El cumplimiento de estos criterios se verificó con 3 tipos de test:

- Test Pelli- Robson (test de sensibilidad al contraste) (ANEXO 1)
- Carta de Optotipo de reconocimiento de letras (test de agudeza visual) (ANEXO 2)
- Método MEM para evaluar respuesta acomodativa (ANEXO 3)

Las pruebas optométricas MEM, AV y test de Pelli-Robson Contrast se realizaron en un gabinete clínico perteneciente a la clínica Universitaria de la FOOT.

3.2.2 Criterios de exclusión

No se incluyeron hipermétropes, dada su gran capacidad de modificar constantemente la acomodación para conseguir su efecto refractivo. Un hipermetrope generalmente acepta más positivo de cerca.

3.3 MATERIAL:

Los registros visuales se realizaron en la sala de reuniones del Centro Universitario de la Visión (clínica Universitaria de la Facultad de Óptica y Optometría de Terrassa).

El paciente se sentaba en una silla y colocaba el mentón en la mentonera fijada en la base de una mesa.

Se colgó en la pared una cartulina blanca de 65x50 para proyectar el test en ella. El proyector era un modelo EPSON H284B, al que se le aplicó una lente oftálmica de +0.75D, para provocar el desenfoque en la 3ª parte del ensayo. Se utilizaron gafas de prueba y lentes de corrección para corregir a cada observador y comprobar que alcanzaba una AV decimal de 0.8 o superior, y para aplicar estas lentes de +1.75D en AO durante la 2ª parte del ensayo.

Antes de iniciar el test se le proporcionó al sujeto una hoja de instrucciones del test (ANEXO 4).

Para la sincronización y presentación de los estímulos visuales y después de su procesamiento informático y estadístico se utilizó el siguiente material estadístico:

- Procesador PC con Windows XP, Win_7 o Win_8
- Pantalla proyectada de 15,8 pulgadas y de 1400 x 1050 píxeles
- Programa controlador Intel(R) Graphics Media para Windows XP para la configuración de la resolución y adaptación de la pantalla al monitor (los estímulos se reflejaban en la pantalla del proyector y no en la pantalla del portátil).
- Un ratón de dos botones, como dispositivo de respuesta conectado al ordenador
- El software bdpq- Blur- test, creado 'ad-hoc' en el grupo de investigación "Vision & Control of Action (VISCA)", "Institut Brain, Cognition & Behavior (IR3C)" de la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona.
- Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el minitab 16

Para realizar estos tests, se utilizaron lentes esféricas positivas de la caja de prueba, el foróptero y un retinoscopio.

3.4 DISTANCIAS:

La relación de proyección de un proyector es la relación entre la distancia de la pantalla y el ancho de la imagen que proyecta.

- Distancia ancho de pantalla: 40 cm
- Distancia pared- mentonera: 75cm
- Distancia pared- proyector: 41cm

3.5 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

En una primera cita, se recibía al participante o sujeto y se evaluaba con el método MEM la respuesta acomodativa (ANEXO 3), su AV y cuál era su ojo dominante.

La técnica para comprobar cuál era el ojo dominante consistía en pedir al paciente que cruzará las palmas de sus manos a la altura de sus ojos, de forma que dejara una apertura en forma de visor circular e intentará mirar a través de ella la figura del examinador, que estaba en frente suyo, a unos 3 metros aproximadamente. El ojo que utilizaba para realizar la operación era el dominante, siendo en la mayoría de casos el OD (78% de los sujetos OD dominante, y 22% OI).

Seguidamente, se evaluó al sujeto con el test de sensibilidad al contraste Pelli- Robson Contrast (ANEXO 1), que como su nombre indica evalúa la sensibilidad al contraste de forma monocular. Se trata de una tabla que determina el contraste requerido para leer letras grandes de un tamaño fijo. El sujeto se coloca a 1m de distancia de la tabla de letras que consta de 16 tríos de letras del mismo tamaño y que disminuyen en contraste, de la primera (mayor contraste) a la última triada (casi invisible). El paciente lee las letras hasta la última triada en que al menos reconozca correctamente 2, será la medida de sensibilidad al contraste (un valor normal será de 2).

A continuación, el sujeto pasa a la medición de la AV lejana, con un test específico, conocido como optotipo (ANEXO 2), con unos parámetros determinados (tamaño, contraste, iluminación y distancia). La agudeza visual es un valor que evalúa la capacidad del sistema visual para determinar y discriminar detalles de un objeto. El valor de AV será el correspondiente al tamaño más pequeño que el sujeto puede distinguir. El valor de AV en las letras más grandes es de 0.1 y va aumentando en 0.1 cada posición hasta llegar al valor 1.0, que serían las letras más pequeñas.

Los sujetos que necesitaban compensación óptica para alcanzar una correcta agudeza visual (amétropes: miopes) fueron corregidos con foróptero, hasta una AV de 0.8 – 1.

Utilizamos un optotipo de letras. El paciente se sitúa sentado a 3.5 metros de la pantalla. Se realiza primero monocularmente tapando el ojo no examinado y después binocularmente.

Se utilizaron las gafas o LC de corrección para la valoración, si el paciente las llevaba.

El sujeto deberá distinguir perfectamente cada letra hasta llegar a la más pequeña que pueda distinguir. Esta línea será su valor referencial de AV. Una AV correcta es =1.

Una vez acabadas estas exploraciones anticipatorias al propio estudio, se dirigió al propio sujeto informándole que a partir de este momento se iba a iniciar el test por el cual habían sido citados a este estudio.

Se pasó al sujeto a la “sala de reuniones” y se le pidió que se sentara en la silla frente al ratón y la pared.



Los ojos del sujeto deben quedar a la altura de la línea de letras.

Se le proyectó la hoja de instrucciones al sujeto y se comprobó la distancia de la pantalla en la pared, teniendo en cuenta las distancias citadas anteriormente.

Para una buena valoración de la dirección visual de la mirada es preciso que la letra central (casilla 11) quede situada enfrente del punto medio interpupilar, de manera que el resto de las letras quedan lateralizadas por igual hacia la derecha e izquierda.

El paciente leyó la hoja de instrucciones (ANEXO 4) y al acabar su lectura se preguntó si tenía alguna duda respecto a la presente, la mayoría preguntaron si había un tiempo mínimo para el ejercicio y se respondió que debían hacerlo en la mayor brevedad posible pero sin tiempo límite.

Este test ha sido diseñado por el grupo de investigación "Vision & Control of Action (VISCA)", "Institut Brain, Cognition & Behavior (IR3C)" de la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona.

El test tiene el nombre de bdpq_Blur_Test. Es un test que valora la fatiga de la atención visual en estímulos formados por caracteres alfanuméricos.

El término atención hace referencia al proceso a través del cual podemos focalizar nuestro sistema cognitivo sobre algunos aspectos del medio, los más relevantes, ignorando los que no son relevantes (distractores) para realizar la tarea.

El test propone al sujeto la tarea de discriminar un tipo de target o estímulo diana; la letra "p" subrayada entre otros caracteres alfanuméricos que actúan como distractores; letras b-d-p-q subrayadas o no, encima o debajo.

p d b q b q b q d

Estos caracteres comparten los mismos rasgos (una redonda y un palo) sólo se diferencian en la posición del palo o la redonda, por lo que el sujeto precisará mayor enfoque y concentración por la similitud de rasgos.

Además, encima de cada letra aparece un número sucesivo que empieza en el 1 y acaba en el 22. El estímulo diana es "p" con numeración impar.

La prueba consta de 20 líneas, cada una con 22 caracteres alfanuméricos, es decir, 440 caracteres totales, por lo que produce fatiga del mecanismo de atención visual.

11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<u>p</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>b</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>d</u>	<u>q</u>	<u>p</u>	<u>d</u>	<u>p</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>q</u>	<u>p</u>	<u>d</u>	<u>p</u>	<u>b</u>	<u>d</u>	<u>q</u>	<u>b</u>	<u>p</u>

Figura: Ejemplo de 'Línea' (ensayo) del bdpq Blur Test, con sus 22 caracteres, sobre los que debe discriminar el estímulo 'target'.

La tarea del sujeto es mirar la pantalla, atentamente, de izquierda a derecha el contenido de cada línea y marcar las casillas que presenten el target demandado "p" en nº impar (rasgos relevantes) sin marcar los distractores o rasgos irrelevantes.

Utilizarán el botón izquierdo del ratón para marcar la casilla proyectada en la pared.

p

Las puntuaciones que el experimentador obtiene de la aplicación del test son:

- TR: total de respuesta
- Hits: número de targets relevantes
- FA (falsas alarmas): número de estímulos irrelevantes marcados como relevantes
- CR (rechazos correctos): número de estímulos irrelevantes marcado como tal porque lo es
- Miss: fallo porque aparece el estímulo relevante y no lo detecta.
- Tiempo

Una vez hecha la preparación, el examinador pasa a ejecutar en el procesador, haciendo doble click en el archivo dbpq_Blur_Test. BAT y en el dbpq_Blur_Test. exe ejecuta test.

En la primera pantalla, el examinador identificó al sujeto, introduciendo los datos de identificación: n° de identificación, sexo (1-hombre, 2-mujer), edad, y ojo dominante (1 ojo izquierdo, 2- ojo derecho).

Seguidamente éste, hacía click en el botón comenzar y aparecía un Word con las instrucciones (Instruccions.doc). El observador lo leía y al cerrar este Word, el sujeto iniciaba la prueba, de una en una y siempre en el mismo orden, aparecen las 20 líneas con los 22 caracteres. Cuando se acaba, el programa presenta otro Word (THANKS.doc) agradeciendo la participación al sujeto y se salvan los datos.



Figura: Captura de la pantalla de inicio del "bdpq Blur Test"

El sujeto repetirá el test en una segunda cita, añadiendo lentes de + 1.75 D en AO, para provocar borrosidad ocular.

Por último en la tercera cita, se realizará la misma prueba, añadiendo una lente de + 0.75 D en el ocular del proyector, para provocar desenfoque en la imagen.

ANÁLISIS DE DATOS

Las variables estudiadas fueron TR, Hits, FA, CR, Miss, tiempo de respuesta, y exactitud, que evalúan el rendimiento atencional del sujeto.

La corrección del test es automática (test computerizado).

La programación utilizada ha sido la herramienta informática MATLAB, que surge para realizar cálculos, especialmente, operaciones con matrices. Además, permite crear gráficos, realizar análisis estadísticos automáticos y la capacidad de programar posibilitando crear archivos que contienen las operaciones que se desean realizar. El lenguaje utilizado es parecido al del Basic. Una gran ventaja del MATLAB es el almacenamiento de datos, permite almacenar en el disco las variables. De este modo, es posible pasar una sesión de trabajo y continuar en otro momento sin volver a repetir cálculos. Estas variables pueden ser usadas en una sesión diferente.

El programa que acompaña al bdpq-blur-test genera dos archivos de resultados que permiten analizar los datos numéricamente y valorar la capacidad de atención de estímulos y la fatiga en la realización de una tarea.

El primero de los archivos bdpq_matrices.txt contiene en la primera línea de referencia: "MATRIX: bdpq Blur test © 2014. Antonio Aznar-Casanova Version-1.0". A continuación, presenta una tabla de valores de 20 filas x 22 columnas, precedida de una línea de cabecera, que especifica el contenido de cada una de las 22 columnas en que se presentaron los 22 caracteres. Es una tabla de "ceros" y "unos", donde en cada celda se indica con el valor "0", si la celda no fue marcada por el sujeto observador, y con el valor "1" si éste la marcó.

LI N	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C1 2	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C2 1	C22
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

El segundo de los archivos (bdpq_test.txt) contiene en la primera línea de referencia: "DATA: bdpq Blur Test © 2014. Antonio Aznar-Casanova Version-1.0". Esta segunda tabla presenta una matriz de datos que consiste en 20 filas y 12 columnas. Las columnas corresponden a los datos pertenecientes al sujeto y las filas los 20 ensayos realizados.

El epígrafe que encabeza cada columna se ajusta de izquierda a derecha y de la 1ª a la 11ª al siguiente diseño del sujeto:

Sujeto: número de identificación que experimentador asignó

Gender (género): 1= masculino, 2= femenino

Edad: años

Ojo: ojo dominante 1=OI, 2=OD

Trial: número ensayo (1 a 20)

Condi: condición de la prueba

Stim: número de rango (1 a 20); puede variarse aleatoriamente

Hits: número de aciertos

Miss: número de omisiones

FA: falsos positivos

CR: verdaderos negativos

Time: tiempo de respuesta de la línea completa

Suj.	Gender	Edad	Ojo	Trial	Condi	Stim	Hits	Miss	FA	CR	Time
28	2	22	2	1	1	1	2	0	0	20	10.135
28	2	22	2	2	1	2	2	0	0	20	7.670
28	2	22	2	3	1	3	2	0	0	20	7.160
28	2	22	2	4	1	4	2	0	0	20	6.356
28	2	22	2	5	1	5	2	0	0	20	7.125
28	2	22	2	6	1	6	2	0	0	20	6.464
28	2	22	2	7	1	7	2	0	0	20	8.195
28	2	22	2	8	1	8	2	0	0	20	5.179
28	2	22	2	9	1	9	2	0	0	20	7.244
28	2	22	2	10	1	10	2	0	0	20	6.067
28	2	22	2	11	1	11	2	0	0	20	4.874
28	2	22	2	12	1	12	2	0	0	20	6.789
28	2	22	2	13	1	13	2	0	0	20	10.463
28	2	22	2	14	1	14	2	0	0	20	5.289
28	2	22	2	15	1	15	2	0	0	20	7.022
28	2	22	2	16	1	16	2	0	0	20	5.134
28	2	22	2	17	1	17	2	0	0	20	6.422
28	2	22	2	18	1	18	1	1	1	19	4.952
28	2	22	2	19	1	19	2	0	0	20	4.451
28	2	22	2	20	1	20	2	0	1	19	9.259

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se utilizó el paquete estadístico minitab 16. Este programa incorpora opciones vinculadas a las principales técnicas de análisis estadístico (análisis descriptivo, series temporales, control de calidad...) permitiendo presentar gráficos y ofrece compatibilidad con hojas de cálculo y bases de datos habituales.

Una vez instalado el programa, se iniciará éste abriéndose. En la pantalla aparece una ventana de datos que contiene una hoja de cálculo (semejante a una hoja de Excel), donde se introducen los datos y variables en las celdas.

Consideramos para el estudio como hipótesis nulas (H_0), aquellas posibilidades acerca de la relación entre variables para negar algo que afirma la hipótesis de trabajo.

H_0 : hipótesis nulas

$H_0(1)$: El tiempo de respuesta disminuye si la borrosidad es menor

$H_0(2)$: La exactitud aumenta si la borrosidad disminuye.

Hemos encontrado dos hipótesis nulas que llamamos $H_0(1)$ y $H_0(2)$

Llamamos hipótesis alternativa (H_1) a las posibilidades sobre la hipótesis nula que ofrecen otra descripción o explicación distinta.

- $H_1(1)$: El tiempo de respuesta no disminuye si la borrosidad es menor

- $H_1(2)$: La exactitud no aumenta si la borrosidad es menor

La medida de discrepancia (KS) necesita para su interpretación este P valor, que trabaja con un nivel de significación $\alpha=0.05$. Si el nivel de significación es ≥ 0.05 , como es nuestro caso, significa que en un 5% no se cumpliría la hipótesis nula y en un 95% sí se cumpliría H_0 .

El P valor es la probabilidad de obtener una discrepancia menor o igual al valor observado en una muestra cuando la hipótesis nula (H_0) es cierta. Los valores pequeños P valor indican que es infrecuente obtener una muestra como la que presenta este P valor. Los valores altos de P valor significan que es frecuente obtener los valores de la muestra estudiada.

Resulta muy frecuente en la práctica el tener que comprobar si los datos con los que se está trabajando provienen de una distribución normal. Esto lo hace MINITAB desde **Estadísticas/Estadística básica/Prueba de normalidad**. En la ventana de diálogo que aparece en este caso, sólo hay que indicarle en qué variable están los datos cuya normalidad se quiere comprobar y el programa permite elegir entre tres test de ajuste distintos para llevarlo a cabo, en nuestro caso, el test Kolmogorov-Smirnov (se basa en la comparación de la función de distribución de los datos obtenidos con la de una distribución normal, midiendo la máxima distancia entre ambas).

Denominamos distribución normal a la probabilidad de frecuencia con la que ciertos fenómenos tienden a parecerse en su comportamiento. Los valores en una distribución normal son más probables si se acercan a la media.

Las variables estudiadas son tiempo y exactitud en las tres condiciones: sin nada o con corrección habitual (SN), con gafa de pruebas añadiendo lentes positivas de +1,75D (G), y provocando el desenfoque del proyector mediante una lente de +0,75 (P). Consideraremos para este estudio que el grado de borrosidad es mayor para la tercera condición (P) y menor en la primera condición (SN).

Hemos comprobado que la población sigue una distribución normal en la mayoría de los casos; tiempo de respuesta SN-G, tiempo de respuesta G-P, exactitud SN-P y exactitud G-P, excepto en el tiempo de respuesta SN-P y exactitud SN-G, donde aparece un p valor menor a 0,05.

En los casos en los que el P-valor es $\geq 0,05$, significa que en el 95% de los casos se cumpliría la distribución normal.

Esta puntualización ha sido deducida, ya que los puntos en los gráficos resultantes se encuentran muy próximos a las respectivas rectas. El p-valor en cada caso, indicará si se rechaza o no la hipótesis de normalidad (un p-valor por debajo de 0,05, estará revelando que los datos no siguen la distribución normal).

Considerando que la muestra es medianamente grande (18 sujetos), se realiza una prueba t pareada.

Ésta se emplea para el estudio de los mismos sujetos de la muestra en condiciones diferentes y se comparan los datos resultantes (datos apareados). Se quiere comprobar si existen o no diferencias significativas entre las medias de las diferentes condiciones del experimento. En esta parte del MINITAB, vamos a seleccionar la opción **Estadísticas/Estadística básica/t pareada**.

En nuestro estudio se utiliza esta prueba porque el experimento se realizará con la misma muestra pero bajo condiciones diferentes, evaluando el TR y la exactitud.

4- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente apartado se presentan los resultados y análisis correspondientes a la aplicación del test para las tres condiciones citadas.

Se describe por tanto, la valoración del tiempo de respuesta y la exactitud en función de la borrosidad de la imagen.

Referente al TR, los resultados de t-pareada obtenidos en nuestro experimento son:

TIEMPO	SN	G	P
SN	*	P = 0,060	P = 0,000
G		*	P = 0,262
P			*

Hemos observado las discrepancias existentes respecto a la variable tiempo de respuesta en las condición de SN y G, con una $P=0,060$. Teniendo en cuenta el nivel de significación de $\alpha=0,05$ se acepta la hipótesis nula porque con un nivel de significación α de $0,05$ y un P valor $\geq \alpha$ (0.05), se acepta la hipótesis nula, en caso contrario, se rechaza H_0 .

Por tanto, se puede afirmar que el tiempo de respuesta disminuye si la borrosidad es menor y que la diferencia entre ambas condiciones es pequeña.

Ocurre lo mismo, con un valor $P=0,262$ entre las diferencias de G y P, respecto al tiempo de respuesta. En este caso se acepta también la hipótesis nula y por tanto, el tiempo de respuesta disminuye al disminuir la borrosidad, y la discrepancia entre ambas condiciones es menor que la anterior.

Fijándonos en las diferencias entre SN y P se obtiene un valor $P=0$ respecto al tiempo de respuesta. Se deduce que se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta una de las hipótesis alternativas (H_1). Existe una discrepancia grande entre las dos condiciones.

Referente a la exactitud, los resultados de t-pareada obtenidos son:

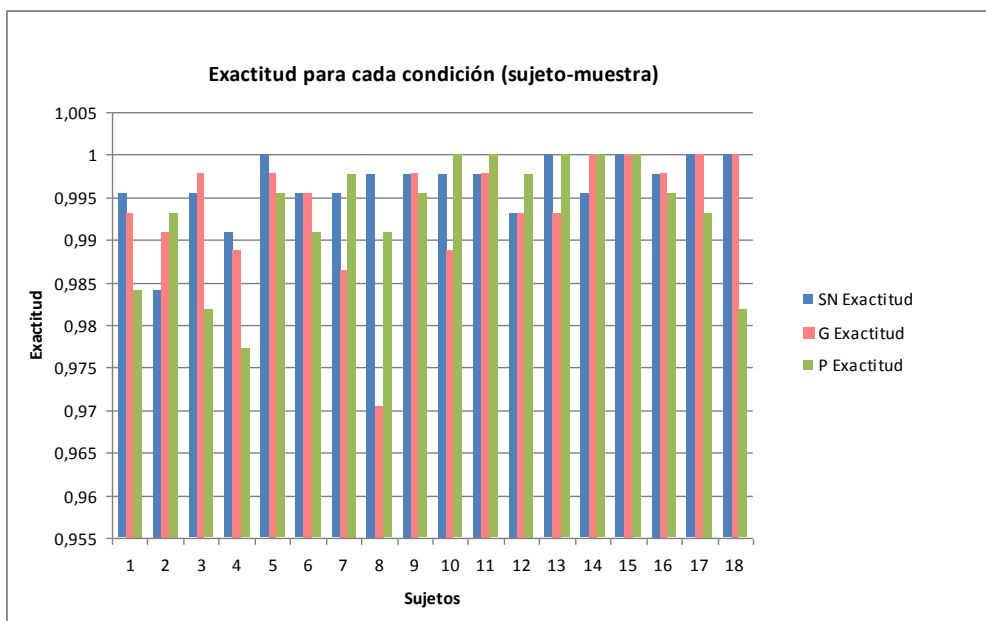
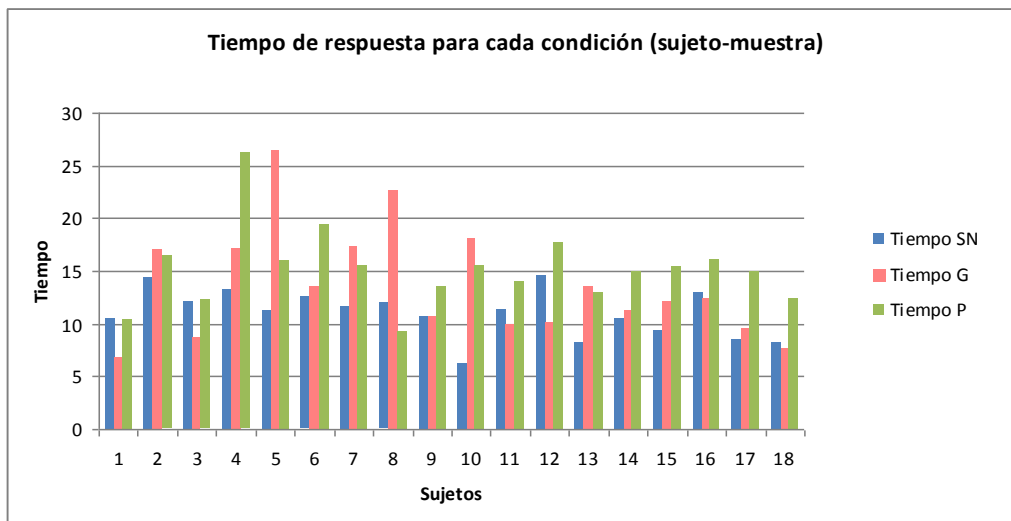
EXACTITUD	SN	G	P
SN	*	$P = 0,165$	$P = 0,076$
G		*	$P = 0,746$
P			*

Observamos las discrepancias existentes respecto a la variable exactitud (con un nivel de significación $\alpha=0,05$ en todos los casos) en las condición de SN y G, obteniendo un valor $P=0,165$. Esto nos permite afirmar que la exactitud aumenta si la borrosidad disminuye, con una discrepancia entre ambas pequeña.

En la comparación SN y P (valor $P= 0,076$), a la vez que en la comparación G y P (valor $P= 0,746$), se obtiene un P valor suficientemente grande para aceptar de nuevo la hipótesis nula: la exactitud aumenta si el nivel de borrosidad es menor y se considera una discrepancia entre las condiciones muy pequeña, siendo la diferencia menor entre la condición G y P.

A continuación, se presentan los resultados de esta investigación mediante 8 gráficos en base a las pruebas del test realizadas.

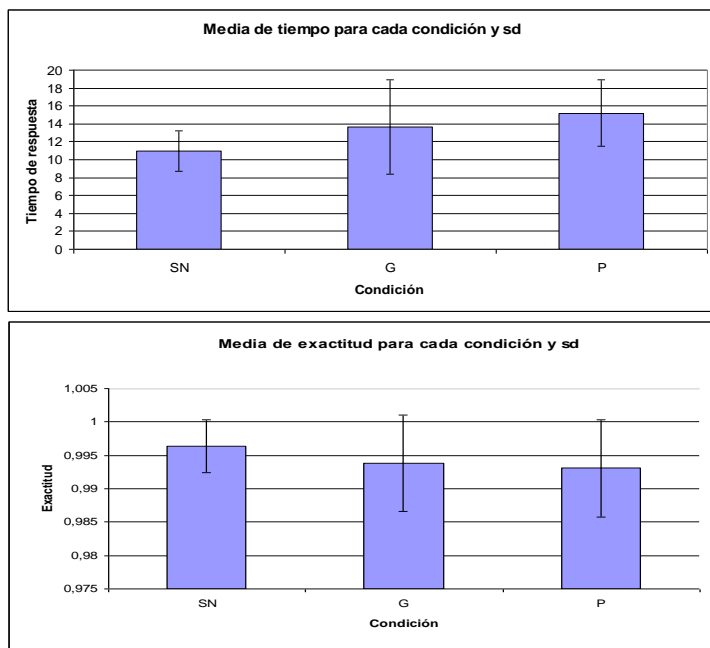
Gráfico 1



Se deduce:

Al analizar los datos de 18 sujetos y teniendo en cuenta que la evaluación es propia de cada sujeto, no se trata de una distribución homogénea y la tendencia es que el tiempo de respuesta (TR) es menor cuando no existe borrosidad ni desenfoque; en la condición SN, seguido de la condición G y finalmente P. Para la gráfica de exactitud podemos deducir lo opuesto, es decir, a menor borrosidad mayor exactitud, y si quisiéramos analizar un sujeto individualmente se podría ver representado en las columnas agrupadas, pero es difícil sacar una conclusión general.

Gráfico 2



En nuestro estudio el test de Kolmogorov-Smirnov nos indica que la muestra sigue una distribución normal, a excepción de T. G-P y Ex. SN-G. Las discrepancias existentes entre las medias respecto al TR entre las condiciones SN y G con un valor de $P=0,060$ son poco significativas estadísticamente.

Las diferencias entre las condiciones G y P son aún menos significativas estadísticamente, con una $P=0,262$. Se acepta H_0 en ambas comparaciones.

Se aprecia una diferencia estadísticamente significativa en la comparación SN y P, con una $P=0$. Se rechaza H_0 y se induce a aceptar la hipótesis alternativa (H_1).

Las discrepancias existentes entre las medias para la variable exactitud y entre todas las condiciones son poco significativas estadísticamente, con una $P \geq 0,05$ en todos los casos.

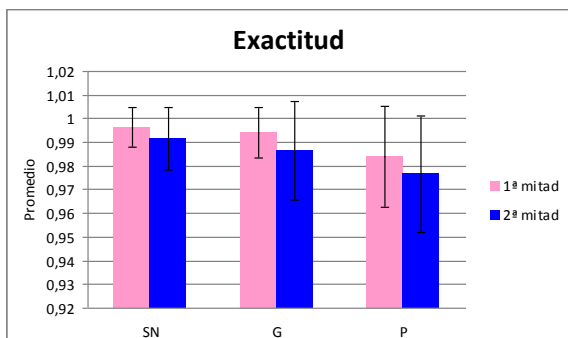
Se puede afirmar que existe una tendencia creciente del tiempo de respuesta según las condiciones nombradas; 1ª condición (SN) con una media de 11.01 segundos, 2ª condición (G) con una media de 13.61 segundos, y 3ª condición (P) con una media de 15.20 segundos.

Es evidente que en la 3ª condición, la borrosidad se debe a un desenfoque en la imagen provocada por la lente en el proyector. En la 2ª condición, la borrosidad se deberá a un desenfoque retiniano provocado por la lente positiva; por lo cuál parece ser más complejo y lento procesar una imagen ya borrosa que no aquella que no lo está pero que se provoca con lentes positivas.

Para la gráfica de la exactitud se cumple una tendencia inversa al tiempo. Esta tendencia decreciente implica que a medida que aumenta la borrosidad la exactitud disminuye, siendo SN la condición con más aciertos (con un promedio de 0.9963), seguido de G (promedio de 0.9938) y P con la menor exactitud (promedio de 0.9931).

En ambas gráficas también se representa la desviación estándar (SD) en las tres condiciones. Este último valor nos permite obtener la diferencia entre la media y la tendencia a variar por encima o por debajo de ésta. En la condición G existe una mayor sd, por lo tanto, mayor variabilidad en el tiempo de respuesta que en el resto de condiciones pero no se ha podido constatar la causa-efecto.

Gráfico 3



Exactitud: Promedio de las respuestas correctas/ tres condiciones diferentes: SN, G, P.

En esta última gráfica de columnas agrupadas se representa el promedio de los valores (total de aciertos correctos) desde el estímulo nº 1 hasta el 11 de la línea del test bdpq, en la parte izquierda de la línea y color rosa de la columna agrupada de la gráfica; y desde estímulos del nº 12 al 22 de la línea del test, en la parte derecha de la línea y color azul de la columna agrupada de la gráfica.

A su vez queda representada la desviación estándar de dichos promedios. Los valores de promedio y desviación estándar se relacionan con las tres condiciones estudiadas en las que hemos provocado una diferencia de borrosidad.

Los datos obtenidos empíricamente en las citas pertinentes con los sujetos de la muestra fueron sometidos a revisión y tratamiento por el grupo de investigación "Vision & Control of Action (VISCA)", "Institut Brain, Cognition & Behavior (IR3C)" de la Facultad de Psicología de la Universidad de Barcelona, autores del test bdpq 3D y del utilizado en este experimento.

Se realiza la representación gráfica y se procede al análisis.

Con lo que respecta a la exactitud, se deduce que es mayor su promedio en la primera mitad de los estímulos de la línea del test y también es mayor la exactitud cuando la condición es SN, seguida de la condición G, y por último de la condición P. Posiblemente, en la primera parte o parte izquierda de la línea del test, el sujeto ejercía mayor atención visual y la borrosidad en la condición P influye en que la exactitud sea menor. La media se encuentra entre los intervalos 0,977 y 0,996, con una certeza del 95% y un margen de error del 5%.

Se conocen otras pruebas tipo test de atención selectiva que requieren búsqueda visual, activación de objetivos, ignorar distractores, coordinación visual-motora, rapidez en el análisis del target y en la ejecución de la respuesta son útiles para obtener índices de velocidad/exactitud (sujeto lento pero seguro o sujeto rápido pero inexacto).

También miden la fatiga visual y capacidad de sostener la atención. Entre estas pruebas destacan el test d2 y el test bdpq 3D.

5- CONCLUSIONES

Las principales conclusiones derivadas de los resultados relativos a los efectos del grado de borrosidad sobre la exactitud en la respuesta del test y sobre el tiempo de respuesta del mismo son las siguientes:

- Se observa por regla general, a excepción de algún sujeto, un incremento de TR cuando la borrosidad es mayor, es decir, para la 3ª condición (P). Resulta un TR menor en la 1ª condición (SN) en la que no existe borrosidad.
Sugiere que cuando la imagen es borrosa como característica propia (provocada por el desenfoque del proyector) (P), es más complicado el proceso cognitivo-visual de búsqueda, captura y procesamiento que cuando el desenfoque es retiniano provocado por las lentes positivas en la gafa de prueba (G).
- Cuando comparamos el TR entre la condición G y P los valores estadísticos de P son $\approx 0,262$, lo que nos hace aceptar la hipótesis nula y se evidencia que existe una discrepancia pequeña entre las medias. Puede ser debido a que en ambas condiciones se ha provocado borrosidad aunque en una de ellas sea mayor. Cuando comparamos el TR entre la condición SN y P los valores estadísticos de P son ≈ 0 , lo que nos hace rechazar H_0 y afirmar alguna de las hipótesis alternativas, lo que evidencia que existe una discrepancia considerable entre ambas condiciones. Puede ser debido a que en una condición existe borrosidad y en la otra no.
- Respecto a la exactitud se puede asumir que la tendencia general es el aumento cuando la borrosidad es menor, a excepción de algún sujeto. En la 1ª condición (donde no hay borrosidad) la exactitud está aumentada, en la 2ª condición en la que se produce un desenfoque retiniano la exactitud desciende, y en la 3ª condición en la que la borrosidad es mayor y está provocada por el desenfoque del proyector, la exactitud es aún menor. Las diferencias no son estadísticamente significativas en ningún caso.
Los casos aislados de sujetos que no comparten esta tendencia puede ser debido a que su estado atencional está alterado, atenuado o que exista algún factor intrínseco (stress, problemas psicológicos...) o extrínsecos (luz, incomodidad, T^a ...) que pueda afectar a su percepción y motivación.
Se puede considerar una hipótesis alternativa; que el grado de borrosidad utilizado en el experimento no es suficientemente grande para provocar diferencias significativas en la exactitud en las respuestas del test.
- En la primera parte de la línea del test (n^o 1 al 11 de los estímulos presentados) hay una mayor exactitud en las respuestas, en las tres condiciones del ensayo. Esto supone que en la 2ª parte de la línea del test (n^o 12 al 22 de los estímulos) el sujeto tiene atenuado el mecanismo de atención sostenida y búsqueda visual con una reducción de los recursos atencionales, disminuyendo el rendimiento atencional.
- La atención selectiva puede sufrir oscilaciones y no ser capaz de focalizar su atención provocando una atención dispersa. Esto explica la tendencia a disminuir que existe entre la relación exactitud y la segunda parte del test bdpq (del 12 al 22 carácter de la línea), pues en ésta el sujeto estaría menos concentrado y ha dejado de focalizar continuamente dando paso a oscilaciones en su atención (Gráfico 3).

- En el presente análisis podemos asumir diversos sesgos o errores que podrían haber alterado los resultados. Entre ellos destacan:
 - muestra pequeña (sólo 18 sujetos)
 - sesgo en el procedimiento: algunos sujetos tenían información previa de que en las líneas del test sólo había 2 caracteres 'p' correctos. Hubiese sido necesario provocar una cuarta o quinta condición con un grado de borrosidad aún mayor para poder evidenciar si la borrosidad provoca diferencias suficientemente significativas entre las condiciones respecto la exactitud.
 - sesgo de medición: aunque se han querido respetar al máximo los límites de precisión, las medidas entre distancias sujeto-pared donde aparecían representadas el test podrían no ser exaltas en todos los casos. Lo mismo ocurre con posibles sesgos con el uso del instrumental óptico.
 - sesgo del sujeto: falta de motivación, stress, fatiga... influyen en el estado de ánimo y la concentración atencional del sujeto.

6- FUTUROS TRABAJOS

Los resultados de nuestro estudio sugieren el interés en la realización de otros trabajos con una muestra mayor y otras variables:

- Podríamos mejorar el test si en cada línea aparecen más o menos estímulos diana, de manera que el observador no pueda confiar en que sólo haya dos 'p' en cada línea. Otro aspecto a mejorar es que el tamaño alfanumérico (número-letra) sea el mismo. El tamaño del número era inferior y dificultaba la tarea.
- En nuestro estudio es evidente que el grado de borrosidad es mayor cuando provocamos desenfoque de la imagen mediante el proyector. Otra opción sería intentar para un estudio futuro provocar un grado de borrosidad más exacto entre el desenfoque retiniano y el desenfoque de la imagen con el proyector, para igualarlos, con el objetivo de ser más precisos y poder afirmar que una imagen borrosa ya por su propia característica nos es más difícil de procesar que una imagen nítida a la cuál provocamos desenfoque ocular.

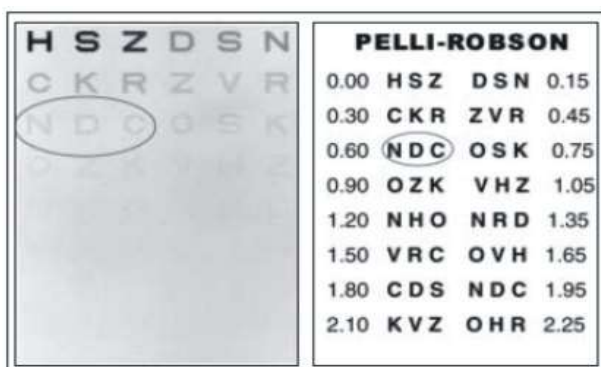
7- ANEXOS:

ANEXO 1: TEST PELLI-ROBSON

Cuantifica de forma monocular, el valor de sensibilidad al contraste. Las características del test:

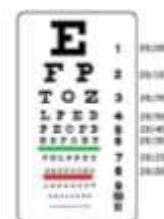
1. El contraste de las letras varía mientras el tamaño permanece constante
2. Incluye dos láminas (OD/OI)
3. El observador, con la mejor corrección, se sitúa a 1 metro con la lámina a la altura de los ojos. Cuando se equivoque en dos letras, paramos y evaluamos.

Un valor de 2 nos indica una SC buena. Para valores < 1,5 de SC, existe una pérdida de sensibilidad al contraste del sujeto.



ANEXO 2: OPTOPIPO DE LETRAS

Cuantifica la agudeza visual de forma monocular y posteriormente binocular. El sujeto se sitúa a 3.5 metros de la pantalla. El tamaño de letras varía en dirección descendente, haciéndose más pequeño. Un valor máximo de AV será de 1. Si algún sujeto no alcanzaba esta agudeza se corregía con foróptero.



ANEXO 3: MÉTODO MEM (Método de estimación monocular)

Su objetivo es medir la respuesta acomodativa monocular del sujeto bajo condiciones binoculares.

Se trata de una prueba que se realiza para saber el retardo acomodativo. Previamente al MEM se debe comprobar que el paciente está bien corregido. A continuación, nos ponemos a 40cm del paciente, con la iluminación adecuada (preferentemente alta) y le indicamos que mire las letras de nuestro retinoscopio. De forma monocular, antepo-
nemos (muy rápidamente) lentes positivas delante del ojo hasta encontrar el punto neutro (comenzamos con lentes de menor valor). El valor de la lente con la que obtenemos el punto neutro corresponderá al valor del retardo acomodativo.

Se hace lo mismo en el otro ojo. El valor de normalidad del MEM es de +0.50/+0.75 para cada ojo.

ANEXO 4: HOJA DE INSTRUCCIONES DEL TEST_bdpq.

INSTRUCCIONES

Esta prueba permite valorar tu capacidad de concentración para detectar un 'estímulo diana'.

Tu tarea consiste en mirar a la pantalla y detectar la letra 'p' solo en el caso de que la rayita esté debajo de esta letra, pero no encima y que la letra ('estímulo diana') se localice bajo una casilla impar (NO múltiplo de 2). La verás, por ejemplo, de este modo:

5



p

Cada vez que detectes este 'estímulo diana' deberás marcar la casilla que tiene justo encima de ella, haciendo click con el botón izquierdo del ratón.

Asegúrate de que quedan marcadas las casillas. Cuando creas que has detectado todos los 'estímulos diana' de la línea presentada, haces click sobre botón OK, para pasar a la siguiente línea.

Haz la tarea procurando no dejarte ningún 'estímulo diana' sin detectar, pero hazlo tan rápido como seas capaz.

* * *

MUY IMPORTANTE- Ponte a 60 cm de la pantalla, de modo que los ojos queden a la altura de la línea de letras y ajustando tu entrecejo a la posición de la letra que aparece en la casilla central (Nº11) de la pantalla.

* * *

8- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía:

- [1] ALAMEDA BAILÉN, JOSÉ RAMÓN. 2006. '*Procesos de atención. Atención Percepción y Memoria*'. Área de Psicología Básica, Universidad de Huelva.
- [2] ALLAN, L-G., SIEGEL, S. & TANGEN, J.M. 2005. '*Signal detection analysis of contingency data Learning & Behavior*, 33 (2), 250-263'.
- [3] ALVARADO IZQUIERDI, JESÚS; SANTISTEBAN REQUENA, CARMEN. 1997. '*Análisis del procesamiento de la estimulación visual: etapas y organización de los recursos atencionales*'. Facultad de psicología, Universidad complutense de Madrid.
- [4] ALZATE SÁNCHEZ, TIFFANNY. 2012. '*La atención como proceso neuropsicológico*'. SlideShare.
- [5] ÁNGEL A. JUAN, MÁXIMO SEDANO, ALICIA VILA, ANNA LÓPEZ. '*Contrastes de hipótesis de dos poblaciones*'. Uoc.edu (MECD).
- [6] AZNAR CASANOVA, JOSÉ ANTONIO. 2014. '*El bdpq 3D de la prueba: Prueba para la valoración de la fatiga de la atención visual a estímulos 3-D*'. Universidad de Barcelona.
- [7] BALLESTEROS, SOLEDAD. 2000. '*Psicología del tacto y de la visión. Influencia de la atención selectiva en la memoria*'. UNED: Madrid.
- [8] BERNARDO, R. '*La atención como foco: Señalización espacial*'. Psykia UNED
- [9] BRAVO, TOMÁS. '*Introducción al estudio de la atención*'. Centro asociado UNED-Bergara.
- [10] BUENA SALUD POWERED. 2010. '*Astenopia o fatiga visual*'.
- [11] CARMONA, DAVID. '*Estudio clínico de la acomodación.Optometría & Oftalmología*', 2011-14 (zonaprofesional).
- [12] CASTILLO MORENO, ALEJANDRO y PATERMINA MARÍN, ANGÉLICA. 2006. '*Redes atencionales y sistema visual selectivo*'. Universidad del Norte, Barranquilla. Versión ISSN 1657-9267. Univ. Psychol. vol.5 no.2 Bogotá Jan./May 2006.
- [13] CASTRO MARITA; WILLIS JUDY. 2013. '*La atención explícita o ejecutiva (selectiva o sostenida)*'. BlueSmart. Innovación a través de las personas.
- [14] COLMENERO, JOSÉ M^a; CATENA, ANDRÉS; y FUENTES, LUIS. 2001. '*Atención Visual: una revisión sobre las redes atencionales del cerebro*'. Coperingt: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- [15] DE LA PEÑA LLERANDI, ALDOLFO. 2008. '*Fatiga visual*'. Blogspot.com

- [16] ESCUELA DE INGENIEROS DE SAN SEBASTIÁN. '*Guía de Minitab 14*'. Tectum, Universidad de Navarra.
- [17] ESTÉVEZ GONZÁLEZ, A; GARCÍA SÁNCHEZ, C; y JUNQUÉ, C. 1997. '*La atención: una compleja función cerebral*'. Revista de Neurología 1997.
- [18] FELIPE MARCET, ADELINA. '*La calidad de la imagen: agudeza visual*'. Óptica fisiológica
- [19] FERRERES. '*Resumen sobre la atención*'- UBA – Psicología. Neurofisiología
- [20] GARCÍA HDEZ, ROSA M. 2009. '*Relación entre la percepción visual y la atención*'.
- [21] GARCÍA HDEZ, ROSA M^a. 2010. '*Eficacia Visual- Movimientos oculares I*'.
- [22] GÓMEZ MILÁN, EMILIO. '*Evaluación de la atención*'. Grupo de investigación de la Universidad de Granada.
- [23] GREEN, D.M., SWETS J.A. 1966. '*Signal Detection Theory and Psychophysics*'. New York: Wiley.
- [24] HILARIO VALERIO, KARINA. '*Acomodación- imagen óptica*'. CICS-UST.
- [25] JAMES, WILLIAM. 1890. '*Análisis del extracto de principios de la psicología*'.
- [26] JIMENEZ, J; HERNÁNDEZ, S; GARCÍA, E; DÍAZ, A; RODRÍGUEZ, C; MARTÍN, R. 2012. '*Test de atención D2: Datos normativos y desarrollo evolutivo de la atención en educación primaria*'. European Journal of Education and Psychology, Vol 5, N° 1 (pp. 93-106).
- [27] LORENZO LÓPEZ, LAURA. 2007. '*Psicofisiología de la atención visual y envejecimiento: su estudio mediante potenciales evocados*'. (Tesis doctoral). Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico, 2007. ISBN: 978-84-9750-886-5
- [28] MIGALLÓN, ISIDRO. '*Psicología de la Atención*'. Tema 4: Atención Selectiva. Psicocode
- [29] ORBE, ANTONIO. 2011. '*Procesamiento secuencial y paralelo*'. Tareas, ordenadores y cerebro. Sinapsis.
- [30] PÉREZ, MARÍA JOSÉ. 2011. '*Teoría atención de Posner y Peterson*'. UNSL-FCH. Neurofisiología y Fisiopatología Nerviosa.
- [31] PROCESOS PSICOLÓGICOS BÁSICOS. 2007. '*Tema 2. Atención*'. Departamento de Psicología de la Salud. Licenciatura de psicopedagogía. Universidad de Alicante.
- [32] QUIJANO, ASCENCIÓN. 2007. '*Óptica de las ametropías*'. SlidePlayer.

[33] QUINTERO, ANGEL EDUARDO. 2014. *'Psicología de la atención'*. Tema 6: Atención sostenida. Psicologíauned.com.

[34] RODRÍGUEZ ARTACHO, MARIÁNGELES. *'Pruebas para evaluar la atención'*. Tema 4. Grupo de investigación de la Universidad de Granada.

[35] ROLLERO, PABLO. *'Astenopía: Definición y tipos'*. Información de Ópticas.

[36] SALVADOR SANCHEZ, GERARDO. 2009. *'Teoría de diseños de experimentos'*. Capítulo 4. Universidad de las Américas Puebla.

[37] SANDRA MORALES. 2012. *'Lóbulo occipital'*. Prezi.com.

[38] SANTOS CELA, JOSÉ LUIS. *'Tesis doctoral_ José Luis Santos Cela'*.

[39] SILLERO, MANUEL. 2002. *'La percepción de trayectorias como tarea visual: propuesta de evaluación en fútbol'*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid.

[40] SOBRADO CALVO, PALOMA. *'Estudio de la acomodación'*. Optometría II. Tema 3 Departamento de oftalmología, optometría y anatomía patológica. Universidad de Murcia.

[41] TUDELA, PIO. 1992. *'Psicología experimental y fisiología del comportamiento'*. Grupo de investigación de la Universidad de Granada.

Webgrafía y enlaces:

- <http://www.condusef.gob.mx/PDF-s/estadistica/indice-resolucion.pdf>: Indicadores estadísticos: tiempo de respuesta y procesos de resolución.
- http://www.cyclopaedia.es/wiki/Visual_area_v1: Visual area V1.
- <http://www.monografias.com/trabajos10/dino/dino.shtml>: Distribución normal.
- <http://www.ub.edu/pa1/node/75>: La teoría de detección de señales.
- http://www.udc.gal/dep/mate/estadistica2/sec2_3.html: Principios básicos del diseño de experimentos. Planificación de objetivos.
- <http://www.ujaen.es/investiga/cvi296/BFH/BFHTema19.pdf>: Fisiología de la visión. Refracción y acomodación. La retina. Tema 19.