

Perfeccionando la medición de la agudeza visual: Snellen tenía razón

Jorge Arturo Palazzo

Servicio de Oftalmología, Hospital Italiano, Buenos Aires.

Recibido: 24 de marzo de 2017.

Aprobado: 5 de abril de 2017.

Correspondencia

Dr. Jorge Arturo Palazzo
French 2647
Buenos Aires, Argentina.
palazzojorge@gmail.com

Oftalmol Clin Exp (ISSN 1851-2658)
2017; 10(2): 46-51.

Agradecimientos

Al tipógrafo Andreu Balius que gentilmente me autorizó a publicar su cartel de optotipos.

A la Dra. Montsé Tapias por su crítica constructiva del trabajo.

A la Sociedad Argentina de Oftalmología y al Consejo Argentino de Oftalmología por permitir la presentación de este trabajo en el Curso anual 2016 y en el Congreso Conjunto 2017.

A mi hija María Noël Palazzo por su colaboración con los diseños.

Resumen

Se analiza la aptitud de los optotipos habituales para medir la agudeza visual. Si se considera que los optotipos de una misma línea presentan distinta densidad de sus elementos componentes a pesar de tener las mismas dimensiones vertical y horizontal, difícilmente podrá medir la misma agudeza visual.

Este trabajo se basa en el criterio de evaluar el mínimo separable e intenta perfeccionar el método de medición cuando se producen las mayores incongruencias de la agudeza visual, es decir, en las visiones más finas de 8, 9 y 10/10.

Si existiera una patología ocular o vicios de refracción insalvables de corregir el problema se trasladaría a agudezas visuales más bajas.

En el presente trabajo se ha pretendido examinar exclusivamente las condiciones de los optotipos sin intervención de los pacientes. Al usarse píxeles, las condiciones de luminancia y contraste fueron impuestas por el ordenador.

Palabras clave: agudeza visual, medición, Snellen.

Improving visual acuity measurement: Snellen was right

Abstract

Our goal was to test the ability of usual optotypes to measure visual acuity. Considering the fact that optotype components on the same line have different density, in spite of having the same dimensions

vertically and horizontally, it is very unlikely that they can measure the same visual acuity.

This paper is based on the criterion of evaluating the minimum separable and tries to improve the measurement method in the presence of the greatest inconsistencies of visual acuity, i.e. finer acuities of 20/30, 20/25 and 20/20.

Should there be an ocular disorder or uncorrectable refractive errors, the problem will be transferred to instances lower than 20/30.

This paper attempts to examine optotype conditions exclusively with no patient intervention. As pixels were used, luminance and contrast conditions were determined by the computer.

Keywords: visual acuity, measurement, Snellen.

Aperfeiçoando a medição da acuidade visual: Snellen tinha razão

Resumo

Analisa-se a aptidão dos optótipos habituais para medir a acuidade visual. Se for considerado que os optótipos de uma mesma linha apresentam distinta densidade de seus elementos componentes, apesar de ter as mesmas dimensões vertical e horizontal, dificilmente poderá medir a mesma acuidade visual.

Este trabalho está baseado no critério de avaliar o mínimo separável e tenta aperfeiçoar o método de medição quando se produzem as maiores incongruências da acuidade visual, isto é, nas visões mais finas de 8, 9 y 10/10.

Caso existisse uma patologia ocular ou vícios de refração sem possibilidades de correção, o problema seria trasladado a acuidades visuais menores.

No presente trabalho tem se pretendido examinar exclusivamente as condições dos optótipos sem intervenção dos pacientes. Ao usar pixels, as condições de luminância e contraste foram impostas pelo computador.

Palavras chave: acuidade visual, medição, Snellen.

Introducción

La agudeza visual es un proceso complejo que se compone, al menos, de tres percepciones:

minimum visible, minimum separable y elaboración cerebral de la imagen. Las dos primeras percepciones están basadas en las características físicas del estímulo; la tercera, en la respuesta neuropsicofisiológica al estímulo.

Minimum visible: tamaño mínimo que el objeto debe tener para ser visto a una distancia dada. El objeto debe subtender un ángulo de 30 segundos.

Minimum separable: dos objetos visibles deben subtender un ángulo mínimo de un minuto para ser vistos como distintos.

Estos valores son convencionales para considerar normal la agudeza visual.

Se dice convencional porque en la práctica se han encontrado personas con un valor mínimo de 16 segundos para el mínimo visible y 42 segundos para el mínimo separable proveyendo agudezas visuales de 12 y 15/10 (supervisión).

Se analizará la aptitud de los optotipos habituales para evaluar la agudeza visual.

Se puede definir al *optotipo* como la letra, número, signo o imagen que se usa para medir la agudeza visual. Mientras que la *densidad* es la relación que existe entre la masa y el volumen de un objeto; en este caso, un optotipo. La masa depende de la cantidad y características de los elementos que componen el objeto y su grado de saturación. A mayor masa e igual volumen, mayor densidad; a igual masa y menor volumen, mayor densidad.

Los optotipos habituales de números o letras del mismo tamaño *no miden la misma agudeza visual* y por lo tanto el objetivo de este trabajo es verificar que la posible causa de esto es la diferente densidad de cada optotipo.

La diferencia en la percepción de distintos optotipos del mismo tamaño no depende del vicio de refracción esférico o cilíndrico (miopía, hipermetropía o astigmatismo) totalmente corregido ni del contraste cuando son negros sobre fondo blanco, bajo luminancia estandarizada.

Depende de: a) la densidad de elementos componentes, y b) sus formas rectilíneas o curvilíneas, porque las segundas tienen mayor densidad de estímulos visuales.

Materiales y métodos

Los optotipos se midieron en píxeles con el programa Ruler for Windows. Se usaron fuentes de letras y números Calibri 48 y se los enmarcó en un cuadro referencial que dejaba un espacio equivalente al mínimo separable alrededor del número 8 y de la letra B tipo Calibri 48 que resultó ser de 51 píxeles vertical por 36 píxeles horizontal, es decir 1.863 píxeles.

Se calculó el porcentual ocupado por cada letra y número con respecto del marco referencial (tablas 1 y 2).

Diferencia entre líneas rectas y curvas

La cuerda (recta) AB es un vector de desplazamiento, una magnitud vectorial que depende de sus puntos inicial y final. El arco (curva) AB es una magnitud escalar que depende del espacio recorrido y de su trayectoria (fig. 1).

La densidad de las líneas curvas es mayor —entre 110,18 y 136,6%— con respecto de las líneas rectas según el volumen del optotipo. A mayor

cantidad de curvas que componen un optotipo mayor será su densidad.

Según la técnica de Fourier —la descomposición de objetos en frecuencias espaciales— se pueden medir los objetos en ciclos por grado (cpg).

En la imagen digital se miden en puntos por pulgada (dpi = *dot per inch*) o en píxeles por pulgadas (ppi = *pixel per inch*).

La diferencia en ciclos por grado de las letras E y L es de 2,5 y 1,5 cpg que equivale al 60%. En píxeles, la diferencia es de 72.61%.

Antecedentes

Sheard en 1921 y Swaine en 1925 distinguieron los optotipos en “fáciles y difíciles” pero solamente consignaron una observación clínica. Louise Sloan diseñó un cartel de optotipos de gran difusión en Estados Unidos que eliminaba letras de extrema facilidad y dificultad.

Andreu Balius, tipógrafo de Barcelona, a pedido de los oftalmólogos y contactólogos,

Tabla 1. Densidad en píxeles (programa Ruler for Windows). Optotipos numéricos tipo Calibri 48.

1 = 402 (21,89%)	7 = 432 (23,52%)	2 = 456 (24,83%)
4 = 485 (26,41%)	5 = 578 (31,48%)	0 = 585 (31,68%)
3 = 648 (35,29%)	6 = 720 (39,21%)	9 = 720 (39,21%)
8 = 852 (46,40%)		

Porcentaje promedio: 31,99

Tabla 2. Optotipos alfabéticos tipo Calibri 48.

I = 200 (10,89%)	L = 305 (16,61%)	T = 325 (17,70%)
F = 385 (20,96%)	E = 420 (22,87%)	C = 422 (22,98%)
V = 470 (25,59%)	Z = 495 (26,96%)	P = 505 (27,50%)
S = 505 (27,50%)	H = 520 (28,32%)	A = 580 (31,59%)
O = 585 (31,86%)	K = 585 (31,85%)	N = 645 (35,13%)
R = 655 (35,67%)	G = 675 (36,76%)	D = 705 (38,39%)
X = 715 (38,94%)	W = 720 (39,21%)	B = 805 (43,84%)

% promedio = 29,10

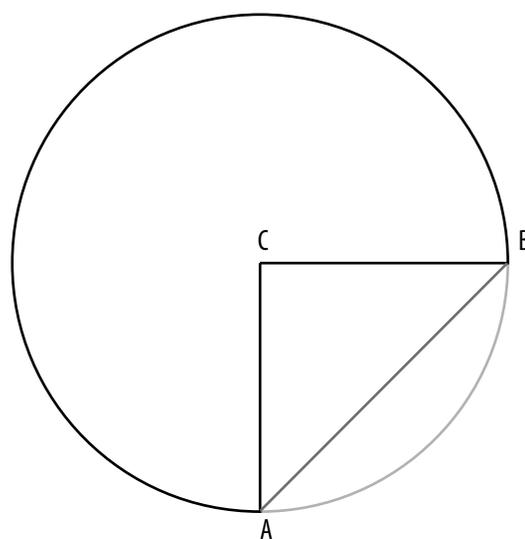


Figura 1.

recientemente diseñó un cartel de optotipos en el que atenúa sus trazos curvos.

Resultados

De acuerdo con sus densidades, las letras “fáciles” son: L — I — V — O — C — D — T.

Mientras que las “difíciles” serían: B — G — H — S — M — W.

La letra de densidad promedio (420 píxeles) es la E.

Los números “fáciles” (bajo porcentaje de densidad) son: 1 — 7 — 4 — 0; los intermedios (mediano porcentaje de densidad) son: 2 — 3 — 5; y los números “difíciles” (alto porcentaje de densidad) son: 6 — 9 — 8.

La diferencia óptica de agudeza visual entre optotipos numéricos y alfabéticos “fáciles” y “difíciles” es de 1 a 3/10.

Al considerar que densidad es masa/volumen y la unidad de masa es el kilogramo/gramo, se procedió a pesar los optotipos tipográficos corpóreos, tridimensionales y macizos de los números (fig. 2 y tabla 3).

Medidas de los optotipos: 48 mm de altura x 8 mm de ancho x 8 mm de espesor.

Material: acrílico (peso específico = 1.19).

Balanza digital de precisión de 0,10 g. marca Tanita Model 1.479.

Como se puede observar en la figura 3, los valores en píxeles y gramos son proporcionalmente congruentes. Lo mismo sucede con la densidad de optotipos alfabéticos en píxeles (fig. 4).

A continuación se calculó el porcentaje en píxeles ocupado por los optotipos en relación con un marco referencial rectangular de 51 píxeles de altura por 36 píxeles de ancho (total: 1.836 píxeles) correspondiente a la letra B y el número 8



Figura 2. Optotipos numéricos corpóreos, tridimensionales y macizos

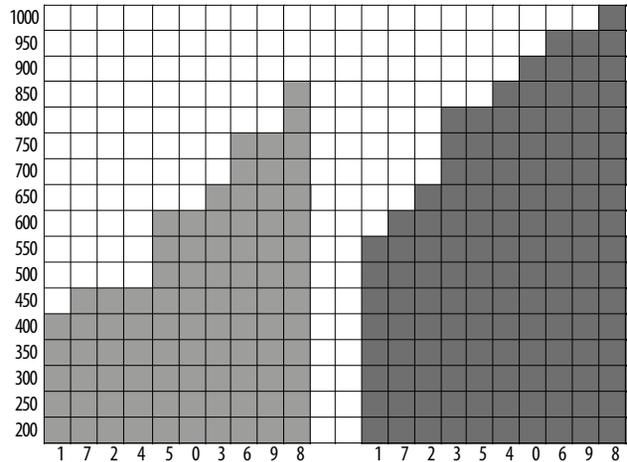


Figura 3. Optotipos numéricos: en píxeles y en gramos.

Tabla 3. Peso de los optotipos numéricos corpóreos.

1 = 5,350 g	7 = 6,100 g	2 = 7,310 g	3 = 7,800 g	4 = 8,400 g
5 = 8,400 g	0 = 9,200 g	6 = 9,400 g	9 = 9,400 g	8 = 9,800 g
Valor medio: 8,116 g				

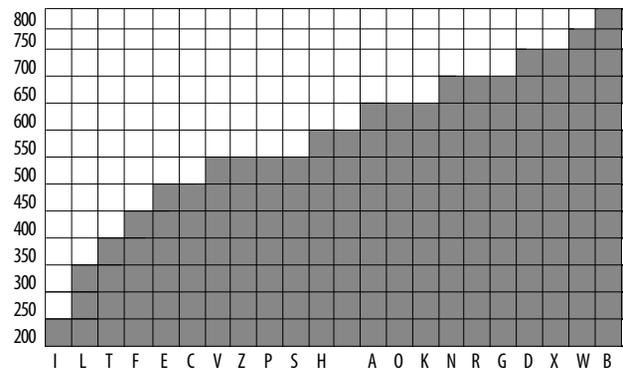


Figura 4. Densidad de optotipos alfabéticos en píxeles.

—de densidad máxima— añadiendo un mínimo separable en blanco en los cuatro lados que permita definir los optotipos numéricos y alfabéticos (tablas 4 y 5, figs. 5 y 6).

La congruencia de los tres métodos (densidad en píxeles, peso en gramos y porcentaje optotipo/marco referencial) es estadísticamente de alta significación.

Conclusiones

En este trabajo se ha intentado dar una explicación fundamentada en tres métodos distintos del efecto visual que produce la densidad de los optotipos y que difiere de lo oficialmente establecido. Según la bibliografía consultada es la pri-

mera vez que los optotipos se miden en píxeles y se pesan en gramos.

Se concluye que los optotipos de la misma línea no miden la misma agudeza visual. Tal diferencia no depende de la refracción óptica bien corregida.

Los optotipos con predominancia de líneas curvas tienen mayor densidad que las rectas.

Cuanto menor es el volumen del optotipo, mayor es su densidad relativa.

Entre los números y letras fáciles y difíciles la diferencia llega a ser de 1 a 3/10 de agudeza visual.

En oftalmología legal y en aptitud civil y laboral una diferencia de 1 a 3/10 implica una incapacidad monocular de 1% a 4%.

Es posible que este fenómeno pueda compararse con el fenómeno Crowding que se produce por la hiperdensidad del entorno.

Tabla 4. Relación porcentual optotipos numéricos/marco referencial.

1 = 21	7 = 23	2 = 24	4 = 26	5 = 31
3 = 35	6 = 39	9 = 39	8 = 46	

Tabla 5. Relación porcentual optotipos alfabéticos/marco referencial.

I = 10	L = 16	T = 17	F = 20	E = 22	C = 22	V = 25	N = 25
Z = 26	P = 27	S = 27	H = 28	A = 31	O = 31	K = 31	R = 35
G = 36	D = 38	X = 39	W = 39	B = 43			

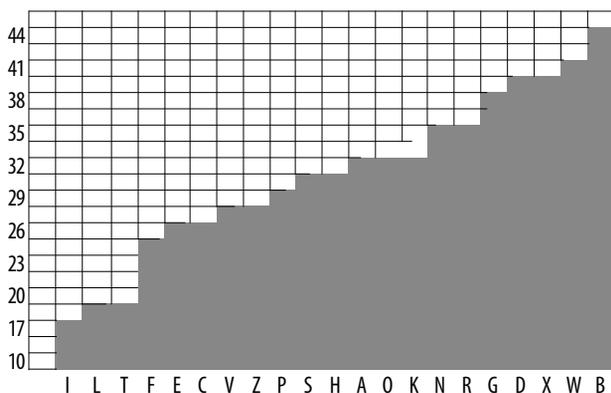


Figura 5.

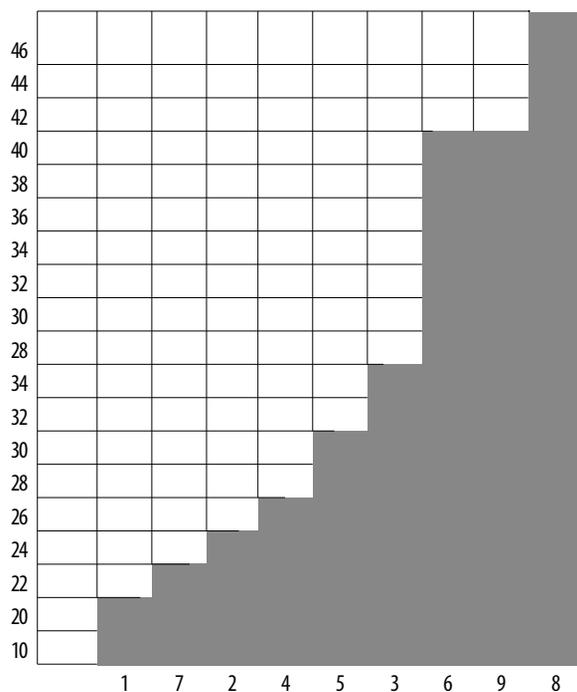


Figura 6.

A partir de las líneas de optotipos de 8 a 10/10, si se requiere mayor coherencia con el factor mínimo separable y certeza de la agudeza visual, es conveniente usar el tumble E-test de Snellen (fig. 7) o el C-test de Landolt. De otra manera, conviene consignar el modelo usado de optotipos.

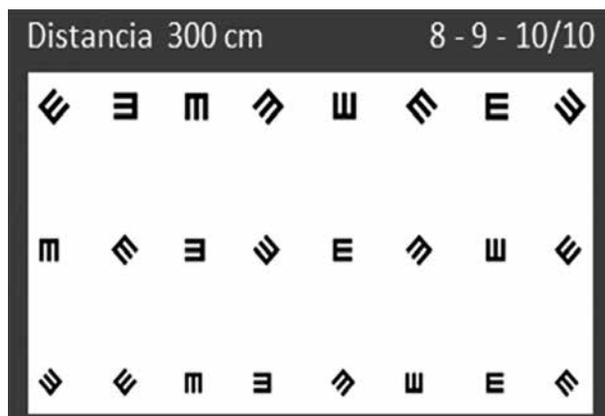


Figura 7. Tumble E-test de Snellen 8-9-10/10.

Bibliografía

- Abril HC, Tapiàs M, Torrents A. Objective analysis of typographies by image processing based on the optotypes' guidelines. *Optica Pura y Aplicada* 2013; 46: 73-82.
- Andreu Badius codiseña una nueva tipografía para medir correctamente la agudeza visual [en línea]. *Gráfica.info*. Valencia, España: PalauGea Comunicación, 14 mayo 2013. Disponible en: <http://grafica.info/andreu-balius-cdisena-una-nueva-tipografia-para-medir-correctamente-la-agudeza-visual/> (consulta: 15 mayo 2017).
- Gil del Río E. *Optica fisiológica clínica*. Barcelona: Toray, 1966.
- Gurnsey R, Roddy G, Chanab W. Crowding is size and eccentricity dependent. *J Vis* 2011; 11: 15.
- Press, LJ. Is crowding a form of visual sensory overload? [en línea]. *The VisionHelp blog*, 2014; Dec. 11. Disponible en: <https://visionhelp.wordpress.com/2014/12/11/is-crowding-a-form-of-visual-sensory-overload/> (consulta: 15 mayo 2017).
- Rosen S, Chakravarthi R, Pelli DG. The Bouma law of crowding, revised: critical spacing is equal across parts, not objects. *J Vis* 2014; 14: 10.
- Song S, Levi DM, Pelli DG. A double dissociation of the acuity and crowding limits to letter identification and the promise of improved visual screening. *J Vis* 2014; 14: 3.
- Strasburger H, Rentschler I, Jüttner M. Peripheral vision and pattern recognition: a review. *J Vis* 2011; 11: 13.