

# REPRODUCIBILIDAD Y CONCORDANCIA PARA LA CARTA SNELLEN Y LEA EN LA VALORACIÓN DE LA AGUDEZA VISUAL EN INFANTES DE PRIMARIA

Alejandro León Álvarez\*  
Jorge Mario Estrada Álvarez\*

## Resumen

**Introducción:** la evaluación de la visión de un infante se determina empleando las cartas de agudeza visual, aunque se les conoce comúnmente con el nombre de “optotipos”, de las cuales la más frecuentemente empleada es la Snellen.

**Objetivo:** determinar la reproducibilidad inter observadores y la concordancia de dos test que miden la agudeza visual en infantes escolares.

**Materiales y métodos:** se evaluaron 61 niños (122 ojos) visualmente sanos con edades entre los 6 a 10 años de un colegio de la ciudad de Pereira. La agudeza visual (AV) fue valorada con una carta Snellen de letras y con una carta LEA por parte de dos evaluadores independientemente.

**Resultados:** la AV promedio fue de 0.0 unidades del logaritmo del mínimo ángulo de resolución (logMAR) (20/20) y la diferencia media entre los test fue -0.05 (IC95% -0.064 a -0.037) logMAR; el coeficiente de reproducibilidad (COR) fue mejor para la carta LEA que Snellen ( $\pm 0.08$  y  $0.12$ ) superior a lo reportado en estudios previos ( $\pm 0.15$ ).

**Conclusión:** la concordancia con el coeficiente de correlación intraclase mostró ser moderada (0.493) y los límites de acuerdo mostraron que había una mayor variación entre las mediciones para cuando la AV era más alta. Las cartas LEA y Snellen mostraron una buena reproducibilidad, no obstante la variabilidad en las mediciones entre ellas indica que no son pruebas intercambiables.

**Palabras clave:** Reproducibilidad de Resultados; Agudeza Visual; Carta LEA; Carta Snellen; Visión de los Niños.

\* Optómetra y Magister en Ciencias de la Visión, Universidad de la Salle. Docente e investigador grupo Salud Visual. Facultad de Ciencias de la Salud programa de Optometría. Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira. [aleon@funandi.edu.co](mailto:aleon@funandi.edu.co)

\*\* Licenciado en Matemáticas y Física, Universidad Tecnológica de Pereira, Especialista en Epidemiología, Fundación Universitaria del Área Andina. Docente e investigador grupo Salud Visual. Facultad de Ciencias de la Salud. Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira. [jestrada@funandi.edu.co](mailto:jestrada@funandi.edu.co)

# TEST-RETEST RELIABILITY AND AGREEMENT FOR SNELLEN AND LEA VISUAL CHART TO ASSESSMENT VISUAL ACUITY IN ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN

## Abstract

**Introduction:** *the evaluation of the vision of an infant is determined using the visual acuity charts, although they are commonly referred to as the “optotypes”, of which the most frequently used is the Snellen.*

**Objective:** *to determinate test retest reliability and the agreement of two tests used to assess elementary school children visual acuity.*

**Methods:** *we evaluated 61 visual healthy children (122 eyes) ages 7 through 10 enrolled in elementary school of Pereira. Visual acuity (VA) was measured with Snellen letters chart and LEA symbols chart by two evaluators.*

**Results:** *the average of VA was 0.0 of logarithm of minimum angle of resolution (logMAR), the mean difference between the test was -0.05 (CI95% -0.064 to -0.037) logMAR; the coefficient of repeatability (COR) was better for LEA symbols and Snellen chart ( $\pm 0.08$  and  $0.12$ ) than those reported in previous papers ( $\pm 0.15$ ).*

**Conclusion:** *the coefficient correlation Intraclass (CCI) has indicated a moderate concordance (0.493) and the 95% limits of agreement showed a wider difference between the both charts measurements as while visual acuity was better. LEA symbols and Snellen chart have showed good test retest reliability, although the variability between both measurements indicates that they are not interchangeable test.*

**Keywords:** Reproducibility of Results; Visual Acuity; LEA Symbol; Snellen Chart; Children Vision.

# REPRODUTIBILIDADE E CONCORDÂNCIA PARA A CARTA SNELLEN E LEA NA VALORAÇÃO DA AGUDEZ VISUAL NAS CRIANÇAS DO FUNDAMENTAL I

## Resumo

**Introdução:** a avaliação da visão de uma criança é determinada com o emprego das cartas de agudez visual. São conhecidas comumente como “optótipos”, das quais a empregada com mais frequência é a Snellen.

**Objetivo:** determinar a reprodutibilidade entre observadores e a concordância de dois testes que medem a agudez visual em pequenos escolares.

**Materiais e métodos:** avaliaram-se 61 crianças (122 olhos), visualmente sãs, de 6 a 10 anos de idade de um colégio da cidade de Pereira. A agudez visual (AV) foi valorizada com uma carta Snellen de letras e com uma carta LEA por parte de dois avaliadores independentemente.

**Resultados:** a AV média foi de 0.0 unidades do logaritmo do ângulo mínimo de resolução (logMAR) (20/20) e a diferença média entre os três foi -0.0,5 (IC95% - 0.064 a -0.037) logMAR; o coeficiente de reprodutibilidade (COR) foi maior para a carta LEA que Snellen ( $\pm 0.08$  e  $0.12$ ) superior ao reportado em estudos prévios ( $\pm 0.15$ ).

**Conclusão:** a concordância com o coeficiente de correlação inter-classe mostrou ser moderada (0.493) e os limites de acordo mostraram que havia uma maior variação entre as medições quando a AV era mais alta. As cartas LEA e Snellen mostraram uma boa reprodutibilidade, embora a variabilidade nas medições indique que não são provas intercambiáveis.

**Palavras chave:** Reprodutibilidade de Resultados; Agudez Visual; Carta LEA; Carta Snellen; Visão das Crianças.

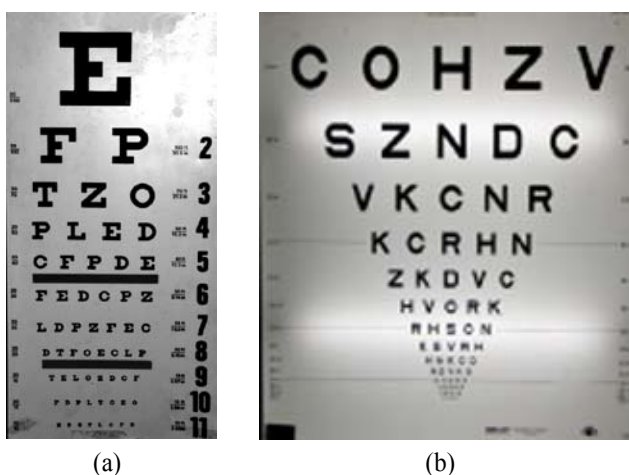
## Introducción

La evaluación de la visión de un infante se determina empleando las cartas de agudeza visual, aunque se les conoce comúnmente con el nombre de “*optotipos*”, de las cuales la que se emplea con mayor frecuencia es la Snellen (figura 1a). Esta fue diseñada por Hermann Snellen en 1892 y ha sido utilizada desde entonces modificando los optotipos (letras, símbolos o figuras) que contiene, pero conservando la misma distribución, tamaño y protocolo.

Pocos años después de que Snellen diseñe y da a conocer esta prueba, Green\* propone una serie de modificaciones en la carta con el propósito de incrementar la eficiencia de la misma. Entre los cambios que propone está el uso de optotipos con letras tipo no-serif (figura 2a); una progresión ‘geométrica’ en los cambios de nivel de agudeza visual, y un número similar de figuras en cada línea de visión. No obstante, estas recomendaciones de

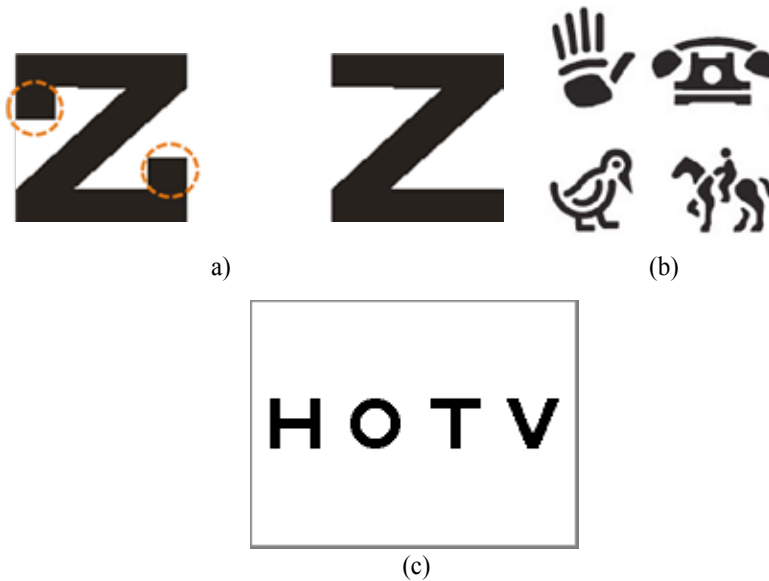
Green no fueron tenidas en cuenta sino hasta casi un siglo después por Ian Bailey y Jan Lovie (1), quienes diseñan una nueva carta basándose en los cambios sugeridos por Green. Esta nueva carta fue modificada por Ferris y colaboradores<sup>2</sup> para llevar a cabo el estudio ETDRS (Early Treatment Diabetic Retinopathy Study) (figura 1b) y desde entonces se ha convertido en el ‘*Gold Standard*’ de las pruebas que evalúan la agudeza visual.

La carta Snellen presenta una serie de inconvenientes que le restan fiabilidad en el momento de determinar la visión de un sujeto (1, 3, 4): el número de figuras en cada nivel es diferente, por lo que en unas serán más fáciles de reconocer que en otras; las distancias entre optotipos tanto horizontal como vertical no son iguales, lo cual hace que la interacción de contorno (facilidad o dificultad para percibir separadas las letras) sea disímil y por tanto influye la facilidad o dificultad de determinar (figura 1a).



**Figura 1.** Carta Snellen (1a) y ETDRS (Bailey-Lovie; 1b). La primera presenta 12 líneas (o niveles) de visión y la segunda 14; observe que la separación de las letras entre ellas y los siguientes niveles no es proporcional, lo que conlleva a que se vean más juntas y esto afecta la forma en cómo son percibidas.

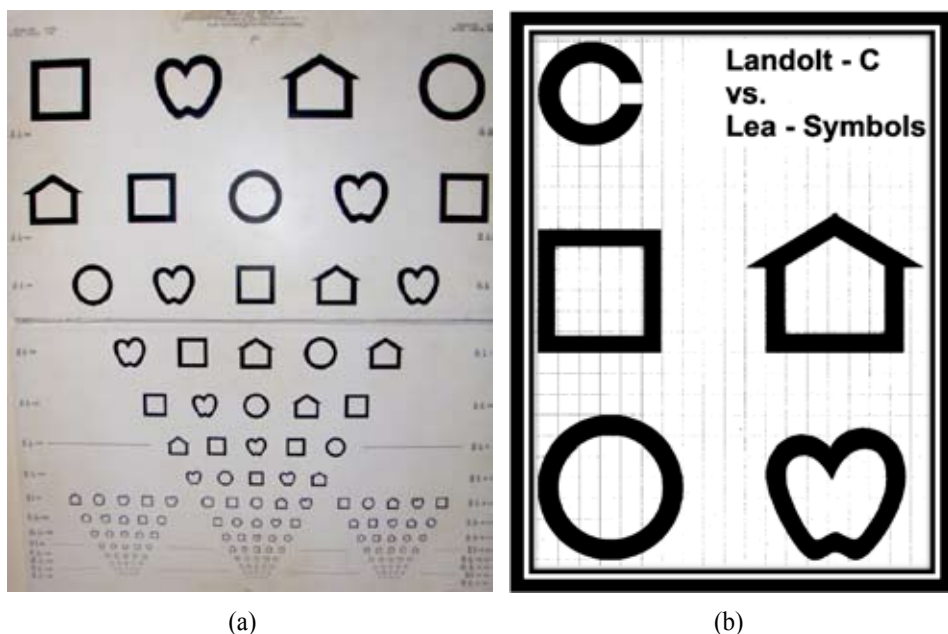
\* Green J. Notes on the clinical determination of the acuteness of vision, including the construction and gradation of optotypes, and on systems of notation. *Trans Am Ophthalmol Soc* 1905; 10(Pt 3):644-54.



**Figura 2.** Tipos de optotipos. La carta Snellen está compuesta por letras tipo “serif” (a) las cuales presentan una serie de apéndices que se observan en la foto enmarcadas en un círculo, las letras tipo “no-serif” no presentan estos apéndices. Los optotipos de Allen (b) son frecuentemente usados para evaluar la visión en los niños. La figura (c) muestra los optotipos del HOTV.

Lovie-Kitchin (5) encontró una alta correlación ( $r: 0.94$ ) entre las mediciones test-retest para la carta Snellen; sin embargo, el estudio de regresión y los límites de acuerdo que estimó ( $\pm 0.26$  logMAR) indicaban que para observar un cambio en la agudeza visual evaluada con esta carta serían necesarias casi 3 líneas de visión. Por ejemplo, si una persona obtuviera 20/20 para determinar si la AV mejoró, esta deberá ser de 20/10, o si se desea saber si empeoró, la medida debe ser inferior a 20/40. Por lo tanto la amplitud en los límites le restaría validez al test. Más recientemente León y Estrada (6) empleando el coeficiente de correlación concordancia (7) hallaron que la reproducibilidad intra observador y entre observadores era pobre ( $p_c$  entre 0.73 a 0.80) y los límites de acuerdo eran amplios aunque inferiores a los reportados por Lovie-Kitchen ( $\pm 0.15$  logMAR - 1½ líneas de visión).

determinada con cartas similares a las empleadas en personas adultas, aunque también es común que se emplee la “E” direccional o en algunos casos las figuras de Allen (figura 2b). Estas últimas están basadas en diseños de representaciones que ya son poco características para los niños, por lo cual podrían tender a sub valorar la visión (8). Más recientemente se emplea el test de LEA (figura 3a), que presenta un formato de carta tipo ‘Bailey-Lovie’ y unos optotipos que representan 4 dibujos fácilmente identificables por los niños (círculo, casa, cuadrado, manzana) pero que a la vez tiene un radio de visibilidad similar a la “C” de Landolt (9) (figura 3b), por lo cual los resultados obtenidos con esta prueba son comparables a las halladas en test para adultos. Cuando se alcanza el umbral de visión por parte del paciente, todas las figuras son similares al círculo y esto lo hace una manera fiable para saber si la persona está simulando, y en el caso de los niños no resulta desalentador porque no identifiquen o no respondan a la prueba.



**Figura 3.** Carta de los símbolos de LEA en formato tipo Bailey Lovie (3a). A la derecha se observan las figuras comparadas con la “C” de Landolt (3b), observe que los símbolos son más grandes que la letra, sin embargo tienen la misma facilidad de ser percibidos.

A través del tiempo diversas investigaciones evaluaron la reproducibilidad de la agudeza visual en niños con la utilización de distintas pruebas (10, 11, 12) y con ellas se llega a concluir que el cambio se da en la visión cuando sobrepasa la línea y media de agudeza visual. Savage y colaboradores (13) hallaron que la carta LEA tenía una moderada reproducibilidad entre observadores ( $r = 0.59$ ) y la diferencia entre promedios para los dos evaluadores era 0.1 unidades logMAR (una línea de AV) con un intervalo de confianza 95% entre 0.0 a 0.2 unidades logMAR (de 0 a 2 líneas de AV), lo cual indica que no existen discrepancias significativas entre los examinadores. Sin embargo, la mayoría de estudios se han realizado sobre la concordancia entre la carta LEA y pruebas como el ETDRS (14, 15), la “C” de Landolt (16, 17) y el HOTV (18, 19) (figura 2c) y se encuentra una concordancia entre 1 a 2 líneas de agudeza

visual, semejante a lo reportado para la reproducibilidad de los distintos test.

Al tener en cuenta que la carta tipo Snellen es la prueba empleada frecuentemente para la evaluación de la visión de los niños en Colombia; que el test LEA (formato Bailey-Lovie) es recomendado tanto para el tamizaje como para la evaluación de los infantes y niños en otros países (20), y que no se reportan datos acerca de la concordancia entre estas dos cartas, con este estudio se quiso determinar qué tanta reproducibilidad tenían (reproducibilidad inter observadora) y cuán concordante eran entre ellas, en un grupo de infantes en edad escolar.

## Materiales y métodos

Se realizó un estudio de concordancia para determinar la reproducibilidad de los test Snellen (letras) y LEA, así como el acuerdo entre ellos.

La población estuvo constituida por niños entre los 6 a 10 años de edad pertenecientes a un colegio privado del Área Metropolitana de la ciudad de Pereira (Colombia). Fueron seleccionados de acuerdo a un muestreo no probabilístico y según el cumplimiento de criterios de inclusión determinados: agudeza visual de lejos y cerca mayor a 0.2 logMAR (logaritmo del mínimo ángulo de resolución) ( $>20/30$ ); estereopsis  $\geq 50$  segundos de arco evaluada con el test de Frisby, defecto refractivo corregido, segmento anterior y posterior libre de patologías oculares, y que reconocieran todas las letras del abecedario. Los criterios de exclusión fueron: ametropías superiores a  $\pm 1.00D$  esférica o cilíndrica, presencia de ambliopía y/o estrabismos.

Siguiendo los lineamientos de la declaración de Helsinki y en cumplimiento del decreto 8430 de 1993 del Ministerio de Protección Social, los padres o tutores de los menores de edad fueron informados en una reunión del colegio y mediante un volante escrito que se les envió por intermedio de los profesores, sobre los pormenores de la investigación; una vez al tanto del trabajo a realizar firmaron el consentimiento informado autorizando el procedimiento.

La muestra fue determinada con base en la fórmula para medir reproducibilidad por el coeficiente de correlación intraclase (CCI), empleando el software "Tamaño de la muestra versión 1.1" (21) los parámetros ingresados fueron: error tipo I, 0.05; tipo II, 0.2; número de evaluadores, 2; hipótesis nula del coeficiente, 0.8; hipótesis alterna para el coeficiente, 0.7; arrojando un tamaño de 114 mediciones.

Las pruebas fueron realizadas por dos estudiantes de optometría de 3er año,

previamente entrenados por uno de los investigadores principales (ALA) con experiencia mínima de 10 años en el uso de estas. Así mismo los evaluadores realizaron un entrenamiento previo con cada uno de los niños donde se les enseñaron las figuras de la carta LEA y diferentes letras del abecedario, sin advertirles que solo unas cuantas de estas aparecerían en la prueba. Siguiendo las recomendaciones dadas por Bailey (22), la agudeza visual con la carta Snellen se tomó de la siguiente forma: el sujeto fue ubicado a 6 metros de una carta Snellen de letras (Aroflex Bogotá, Col) la cual tenía una luminancia de 120 nits y una iluminación de 500 lux; con un parche pirata se le ocluyó uno de los ojos y se le pidió que fijara el optotipo más grande de la prueba y a continuación debía seguir nombrándolos en forma descendente hasta alcanzar el límite de resolución visual. Este se determinó cuando el niño no podía nombrar de forma correcta al menos el 60% de las letras que componía el nivel de agudeza visual que se evaluaba. En este momento el examen se detuvo y se anotó el resultado en la fracción de Snellen para luego ser convertida a unidades logMAR. Se dejó descansar al infante por espacio de dos minutos y se repitió el procedimiento para el otro ojo.

Para convertir la agudeza visual de la fracción Snellen en unidades logMAR, se siguieron las recomendaciones dadas por Holladay (23) y Bailey (22) para obtener la siguiente fórmula:

$$AV = M \log MAR + (E \times FCN)$$

En donde:

MlogMAR: máximo nivel logMAR calculado para la carta Snellen (ver Cuadro 1a)



**Cuadro 1.** Valores calculados para la carta Snellen al convertir la fracción Snellen en el mínimo ángulo de resolución (MAR), luego al logaritmo del mínimo ángulo de resolución (logMAR) (a). El cuadro 1b muestra los valores logMAR y el factor de conversión para la carta LEA.

Fracción Snellen	Número de optotipos	MAR	MlogMAR calculado	Factor de conversión
20/200	1	10.0	1.0	1.0
20/100	2	5.0	0.7	0.15
20/70	3	3.5	0.54	0.053
20/50	4	2.5	0.4	0.035
20/40	5	2.0	0.3	0.02
20/30	6	1.58	0.2	0.0166
20/25	7	1.26	0.1	0.0140
20/20	8	1.0	0.0	0.0125
20/15	8	0.74	-0.13	0.0162
20/13	8	0.63	-0.2	0.0087
20/10	9	0.50	-0.3	0.0125

logMAR: Logaritmo del mínimo ángulo de resolución  
 Factor de conversión: para cada optotipo en el máximo nivel  
 logMAR calculado para la carta Snellen  
 (a)

E: Número de optotipos (letras) no detectados o nombrados de forma errónea.

FCN: Factor de conversión para cada optotipo en el máximo nivel logMAR calculado para la carta Snellen (Cuadro 1a).

Ejemplo: el niño obtuvo una AV de 20/20 más dos letras o puede decirse 20/15 menos 6 letras), por lo tanto

MlogMAR: -0.13 (20/15 - debido a que el sujeto observó dos letras de este nivel).

E: 6 (son 8 letras en el nivel del 20/15, pero solo observó 2).

FCN: 0.0162 (cuadro 1a)

AVlogMAR:  $(-0.13) + (6 \times 0.0162) = -0.030$  logMAR (20/20+2 o 20/15-6)

Para medir la agudeza visual con la carta LEA se empleó la “LEA symbols 15-Line Distance Chart – cod 250150” (Good-lite Elgin, IL) y se procedió de la siguiente manera (15, 24): La prueba fue ubicada a 3 metros del sujeto a evaluar con una

luminancia e iluminación igual a la empleada para la carta Snellen; se ocluyó uno de los ojos del niño y se le pidió que observara las figuras más grandes del test. A continuación debía nombrar los optotipos observados y seguir haciéndolo para los siguientes niveles. La prueba se detuvo cuando el infante no fuese capaz de nombrar de forma correcta al menos 3 de los 5 optotipos del nivel que observaba. Los resultados fueron anotados en unidades logMAR. El otro ojo fue evaluado de forma similar dos minutos después. Todo el procedimiento se repitió por el segundo evaluador 30 minutos después de las primeras pruebas. Para calcular el logMAR de este test se utilizó la siguiente fórmula:

$$AV = MlogMAR + (E \times 0.02)$$

Donde “MlogMAR” es el logaritmo del mínimo ángulo de resolución para el máximo nivel alcanzado; “E” es el número de errores cometidos en el nivel.

Ejemplo: se obtiene 20/25-2 o se puede decir que es 20/30+3.



Fracción Snellen	MAR	MlogMAR	Factor de conversión
20/32	1.58	0.2	0.02
20/25	1.26	0.1	0.02
20/20	1.0	0.0	0.02
20/16	0.79	-0.1	0.02
20/12.5	0.63	-0.2	0.02
20/10	0.50	-0.3	0.02

(b)

MlogMAR: 0.1 (cuadro 1b - 20/25 máximo nivel de AV alcanzado)

E: 2 (contestó correctamente 3 figuras de las 5 de ese nivel de aV)

AVlogMAR:  $0.1 + (2 \times 0.02) = 0.14$   
logMAR (20/25-2 o 20/30+3)

Las variables de agudeza visual fueron representadas con medidas de tendencia central y dispersión según previa prueba de normalidad; la reproducibilidad inter observadora fue determinada con el coeficiente de correlación intraclase (25) con sus respectivos intervalos de confianza (95%), los coeficientes de reproducibilidad (COR) y la concordancia entre las pruebas fue determinada con los límites de acuerdo (95%) de Bland-Altman (26) (1999). Para realizar el análisis estadístico se utilizaron los programas SPSS versión 17 (Statistical Package for the Social Sciences, Chicago, IL, USA) y Stata 10 (StataCorp LP Texas, USA)

## Resultados

Fueron evaluados 70 niños (140 ojos) de los cuales quedaron incluidos 61 (122 ojos), los 9 sujetos excluidos fueron por presentar estrabismo (3), ametropía mayor a 2.00D (5), y por patología de segmento posterior (1), con esto se obtuvieron 122 pares de mediciones. Los promedios de edad y agudeza visual para cada carta se observan en el Cuadro 2.

La reproducibilidad entre observadores medida con el coeficiente de reproducibilidad (COR) mostró ser mejor para la carta LEA en contraste con la carta Snellen (Cuadro 3); el valor obtenido de COR para cada técnica es interpretada como la máxima diferencia que se puede dar en la agudeza visual en mediciones repetidas, en este caso para la carta Snellen sería de 0.12 unidades logarítmicas y para carta LEA 0.08 unidades logarítmicas, así mismo los coeficientes de correlación

**Cuadro 2.** (Estadísticos descriptivos) Edad y agudeza visual en unidades logMAR para la carta Snellen y LEA.

	Mínimo	Máximo	Mediana (P <sup>25</sup> -P <sup>75</sup> )
Edad	7	10	8 (8-9)
Snellen	-0.25 (20/13+4)	0.17 (20/30+2)	0.94 (0.82-1.07) (20/20+2)
LEA	-0.20 (20/13)	0.18 (20/30+1)	1.04 (0.95 – 1.20) (20/20-1)

**Cuadro 3.** Coeficientes de reproducibilidad para las cartas Snellen y LEA

Carta	(COR&)	Coefficiente correlación intraclass
Snellen	0,12	0.88 IC95%(0.83-0.91)
LEA	0,08	0.92 IC95%(0.88-0.94)

& Coeficiente de reproducibilidad

\* Coeficiente de reproducibilidad

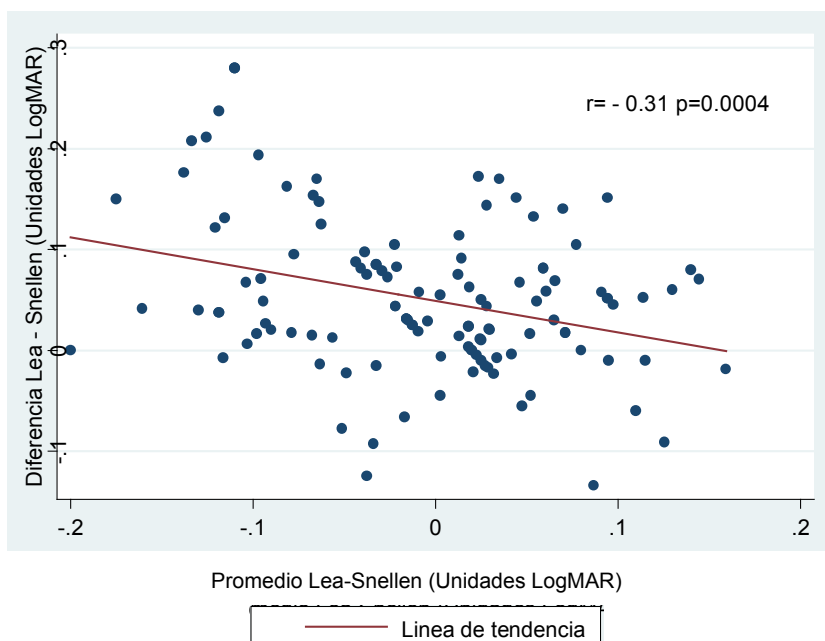
intraclase (CCI) soportan esta afirmación aunque para ambas pruebas indicarían que la reproducibilidad sería casi perfecta (CCI >0.80).

La gráfica muestra la relación negativa y estadísticamente significativa entre el error de medida (diferencias en la medición por las dos cartas) y la magnitud de la agudeza visual, se evidencia que a medida que la estimación en la agudeza visual en el paciente es menor, las diferencias entre las técnicas es mayor, es decir su error de medición aumenta.

## Discusión

Muchas pruebas empleadas en la práctica clínica carecen de estudios de validación y se da por sentado que estas realmente miden lo que deberían medir. La aceptación de estos test por parte de los profesionales está más relacionada con la experiencia clínica que con el conocimiento sobre la fiabilidad de aquellas. A esto se le puede sumar que la existencia de numerosas pruebas que ‘miden’ lo mismo, dan lugar a un ‘intercambio’ empírico de

**Gráfica.** Correlación entre la diferencias para las Cartas Snellen y LEA y la magnitud de agudeza visual



los resultados clínicos, por lo cual en ocasiones se podría sub o sobre estimar el valor real del factor a evaluar; en este caso la agudeza visual.

La diferencia de mediciones para la carta LEA entre el primer y segundo evaluador fue muy poca (0.01,  $\pm 0.04$ , IC 95% 0.003 a 0.017) e inferior a lo citado por Savage y colaboradores (13). La discrepancia entre ambos reportes puede estar dada por dos circunstancias: la primera, debido a que las edades de los niños evaluados es diferente, pues Savage y colaboradores examinaron niños entre los 3 a 6 años, y esto tiene influencia en el momento de responder una prueba de visión: mientras los sujetos son más jóvenes el éxito para realizar la evaluación es inferior. Este hecho puede ser verificado cuando se observan los resultados publicados por Schmidt y colaboradores (27), el 4% de los infantes de 3 años no fueron capaces de completar la prueba de LEA, mientras que a los 5 años tan solo el 1.4% fue incapaz de culminarla.

El segundo factor tiene que ver la forma en que fueron anotados los resultados. Savage y colaboradores utilizaron un criterio de anotación por líneas de agudeza visual, es decir, si el sujeto era capaz de nombrar más del 60% de figuras en esa línea se anotaba como si la hubiera visto completa (de la línea del 20/20 leyó 5 de 7 letras por lo que la AV no sería 20/20-2 sino 20/20), mientras que para este estudio se empleó el criterio de anotación por letras (figuras). Bailey y colaboradores (28) hallaron que entre más pequeños eran los cambios en la escala de medición, la reproducibilidad de un test o la concordancia entre métodos era mejor. Aparte de los factores anteriormente mencionados, cabe anotar que las pruebas estadísticas empleadas por Savage para

demostrar la reproducibilidad de un test (diferencia de medias y correlación) no son las más pertinentes, puesto que no evalúan eficientemente las discrepancias sistemáticas que se van presentando entre los evaluadores para cada par de mediciones (25,29).

Los coeficientes de reproducibilidad obtenidos con la carta LEA son superiores a los reportados para el test Sonksen (12) (0.17 logMAR - 1 $\frac{2}{3}$  líneas de AV; edades entre 2 a 8 años) y la carta ETDRS (30) (0.15 logMAR - 1 $\frac{1}{2}$  líneas de AV; edades entre 6 a 10 años). Entre las razones para una mayor reproducibilidad pueden estar que los optotipos empleados en la carta LEA son figuras fácilmente reconocidas por los niños, mientras que las letras son más complejas y pueden llevar a una mayor dificultad en la identificación; además las figuras de la carta LEA (aunque calibradas con la 'C' de Landolt), son un 25% más grandes que las letras del mismo nivel de agudeza visual, lo que podría favorecer a que sea más sencillo verlas (15). La reproducibilidad de la carta Snellen fue parecida aunque ligeramente mejor a la reportada por León y Estrada (6) en sujetos adultos ( $\pm 0.15$  logMAR - 1 $\frac{1}{2}$  líneas de AV), esto indica que en los niños las mismas circunstancias reportadas para los adultos como una interacción de contorno variable para los diferentes niveles de visión y por las letras tipo 'Serif' que generan grados de visibilidad diferente para las letras, explicarían la similitud de los resultados.

La concordancia entre la carta Snellen y LEA mostró ser moderada y los límites de acuerdo indican una mayor variabilidad de las mediciones entre mayor era la agudeza visual. Estos resultados discrepan con los reportados por Dobson y colaboradores (14) y por Ruttum y Dahlgren (18)

quienes hallaron que la variabilidad de las medidas se daba en cuanto mayor era la agudeza visual; sin embargo, estas diferencias pueden ser explicadas de la siguiente manera: en los niveles más altos de visión ( $\geq 20/30$ ), los optotipos de la carta Snellen guardan una distancia mayor a las figuras vecinas del mismo nivel así como del superior e inferior con relación a los niveles más bajos de visión ( $\leq 20/40$ ); esta discrepancia en las distancias produce una interacción de contorno diferente para cada letra, que hace más fácilmente detectables unas que otras (31).

Los autores citados anteriormente emplearon cartas tipo Bailey Lovie o figuras que presentaban barras generadoras de una interacción de contorno similar para cada optotipo en cada nivel de visión, por lo que el grado de dificultad para todas las líneas de agudeza visual sería similar. Ruttum y Dahlgren encontraron el mismo patrón de variabilidad entre las pruebas hallado en el presente estudio, cuando emplearon las pruebas de LEA y HOTV en ojos ambliopes; explican que este fenómeno se presenta porque los campos receptores de los ambliopes (*área de la retina o de la corteza cerebral que al ser estimulada provoca una respuesta en la neurona que la inerva*) son más amplios con relación a los ojos no-ambliopes, por lo cual al valorar la agudeza visual en los grados más altos de visión y la interacción de contorno, afectarían principalmente la percepción de las figuras, acrecentando la dificultad de identificarlas.

Otro factor que tiene influencia en cuanto a la moderada concordancia y amplia variabilidad en los resultados, tiene que ver con el empleo de las letras y figuras

diferentes para cada test. Las letras tipo serif tienen un grado de visibilidad distinto entre ellas, por lo que unas son más fáciles de identificar que otras; este fenómeno fue reportado por León y Estrada<sup>6</sup> al evaluar la reproducibilidad de la carta Snellen en sujetos adultos y cuando se observan los resultados presentados Dobson (14), Ruttum (18) y otros.

En conclusión, las dos cartas estudiadas presentan una alta reproducibilidad aunque es mayor para la carta LEA y similar a lo reportado en otros estudios para la Snellen, lo cual sugiere que son pruebas fiables en la evaluación de la visión en niños en edad escolar; y aunque se obtienen resultados similares, entre ellas no son intercambiables porque al presentar discrepancias en cuanto los optotipos empleados (tamaño, forma, número de ellos) generan una concordancia distinta según la AV cambie (sea mejor o peor la visión).

Como la muestra evaluada fue obtenida por conveniencia, los resultados no deberían ser generalizados a la población base de donde fue extraída; por lo tanto recomendamos ampliar el estudio con sujetos seleccionados aleatoriamente de una población.

### Agradecimientos

A la Fundación Universitaria del Área Andina seccional Pereira y al Centro de Investigaciones de la misma institución que patrocinaron el estudio; a los estudiantes Diana Quiroz, Diana Bedoya, Dayhana Ramos y Mauricio Bustamante por su colaboración en la obtención de los datos y el apoyo logístico en el trabajo de campo.

## REFERENCIAS

- 1 Bailey IL, Lovie JE. *New design principles for visual acuity letter charts*. Am J Optom Physiol Opt 1976 Nov;53(11):740-5.
- 2 Ferris FL, 3rd, Kassoff A, Bresnick GH, Bailey I. *New visual acuity charts for clinical research*. Am J Ophthalmol 1982 Jul;94(1):91-6.
- 3 Pandit JC. *Testing acuity of vision in general practice: reaching recommended standard*. BMJ 1994 Nov 26;309(6966):1408.
- 4 Currie Z, Bhan A, Pepper I. *Reliability of Snellen charts for testing visual acuity for driving: prospective study and postal questionnaire*. BMJ 2000 Oct 21;321(7267):990-2.
- 5 Lovie-Kitchin JE. *Validity and reliability of visual acuity measurements*. Ophthalmic Physiol Opt 1988;8(4):363-70.
- 6 León A, Estrada J. *Prueba piloto para determinar la reproducibilidad de la carta Snellen al evaluar la agudeza visual en sujetos jóvenes*. Ciencia y tecnología para la salud visual y ocular 2009; 7(1):13-24.
- 7 Lin LL. *A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility*. Biometrics 1989 Mar;45(1):255-68.
- 8 Mocan MC, Najera-Covarrubias M, Wright KW. *Comparison of visual acuity levels in pediatric patients with amblyopia using Wright figures, Allen optotypes, and Snellen letters*. J AAPOS 2005 Feb;9(1):48-52.
- 9 Hyvarinen L, Nasanen R, Laurinen P. *New visual acuity test for pre-school children*. Acta Ophthalmol (Copenh) 1980 Aug;58(4):507-11.
- 10 McGraw PV, Winn B, Gray LS, Elliott DB. *Improving the reliability of visual acuity measures in young children*. Ophthalmic Physiol Opt 2000 May;20(3):173-84.
- 11 Holmes JM, Beck RW, Repka MX, Leske DA, Kraker RT, Blair RC, et al. *The amblyopia treatment study visual acuity testing protocol*. Arch Ophthalmol 2001 Sep;119(9):1345-53.
- 12 Salt AT, Wade AM, Proffitt R, Heavens S, Sonksen PM. *The Sonksen logMAR Test of Visual Acuity: I. Testability and reliability*. J AAPOS 2007 Dec;11(6):589-96.
- 13 Savage HI, Lee HH, Zaetta D, Olszowy R, Hamburger E, Weissman M, et al. *Pediatric Amblyopia Risk Investigation Study (PARIS)*. Am J Ophthalmol 2005 Dec;140(6):1007-13.
- 14 Dobson V, Maguire M, Orel-Bixler D, Quinn G, Ying GS. *Visual acuity results in school-aged children and adults: Lea Symbols chart versus Bailey-Lovie chart*. Optom Vis Sci 2003 Sep;80(9):650-4.
- 15 Dobson V, Clifford-Donaldson CE, Miller JM, Garvey KA, Harvey EM. *A comparison of Lea Symbol vs ETDRS letter distance visual acuity in a population of young children with a high prevalence of astigmatism*. J AAPOS 2009 Jun;13(3):253-7.
- 16 Becker RH, Hubsch SH, Graf MH, Kaufmann H. *Preliminary report: examination of young children with Lea symbols*. Strabismus 2000 Sep;8(3):209-13.
- 17 Becker R, Hubsch S, Graf MH, Kaufmann H. *Examination of young children with Lea symbols*. Br J Ophthalmol 2002 May;86(5):513-6.
- 18 Ruttum MS, Dahlgren M. *Comparison of the HOTV and Lea symbols visual acuity tests in patients with amblyopia*. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 2006 May-Jun;43(3):157-60.
- 19 Vision in Preschoolers Study G. *Effect of Age Using Lea Symbols or HOTV for Preschool Vision Screening*. Optom Vis Sci 2010;87:87-95.
- 20 Hartmann EE. *Preschool vision screening: Maternal and Child Health Bureau and National Eye Institute Task Force on Vision Screening in the Preschool Child*. Optom Vis Sci 2001 Feb;78(2):122-6.
- 21 Pérez M. D. Rodríguez M. M. Gil L. J. Ramírez R.G. *Tamaño de la muestra [CD-ROM] Versión 1.1, Bogotá-Colombia. 2005*.
- 22 Bailey IL. *Visual Acuity*. En: Benjamin WM. *Borish's Clinical Refraction*. Second Edition. St Louis Missouri: Butterworth-Heinemann Elsevier; 2006. p. 217-246.
- 23 Holladay JM. *Proper method for calculating average visual acuity*. J Refrac. Sur 1997; 13:388-391.
- 24 Myers VS, Gidlewski N, Quinn GE, Miller D, Dobson V. *Distance and near visual acuity, contrast sensitivity, and visual fields of 10-year-old children*. Arch Ophthalmol 1999 Jan;117(1):94-9.

- 25 Cepeda MS, Pérez A. *Estudios de Concordancia: Intercambiabilidad En Sistemas De Medición*. En: Ruiz Morales A, Morillo Zarate LE. *Epidemiología Clínica Investigación Clínica Aplicada*. Bogotá D.C.: Editorial Médica Panamericana. 2005. p. 293-307.
- 26 Bland JM, Altman DG. *Measuring agreement in method comparison studies*. *Stat Methods Med Res*1999 Jun;8(2):135-60.
- 27 Schmidt P, Maguire M, Dobson V, Quinn G, Ciner E, Cyert L, et al. *Comparison of preschool vision screening tests as administered by licensed eye care professionals in the Vision In Preschoolers Study*. *Ophthalmology*2004 Apr;111(4):637-50.
- 28 Bailey IL, Bullimore MA, Raasch TW, Taylor HR. *Clinical grading and the effects of scaling*. *Invest Ophthalmol Vis Sci*1991 Feb;32(2):422-32.
- 29 Altman, D. Bland J. *Measurement in Medicine: the Analysis of Method Comparison Studies*. *The Statistician*1983;32: 307-317.
- 30 Manny RE, Hussein M, Gwiazda J, Marsh-Tootle W. *Repeatability of ETDRS visual acuity in children*. *Invest Ophthalmol Vis Sci*2003 Aug;44(8):3294-300.
- 31 Shah N, Laidlaw DA, Brown G, Robson C. *Effect of letter separation on computerised visual acuity measurements: comparison with the gold standard Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) chart*. *Ophthalmic Physiol Opt* Mar;30(2):200-3.