

UNA MEDIDA DE LA DIFICULTAD VISUAL

C.F.Kirschbaum, P.Digonzelli, E.Colombo.

*Laboratorio de Luminotecnia, Universidad Nacional de Tucumán y CONICET,
Av. Independencia 1800, 4000 Tucuman.*

El objetivo del trabajo es lograr una aproximación a un modelo de desempeño visual en lectura de textos que tenga en cuenta los efectos del contraste, tamaño del símbolo, tipografía, configuración, nitidez, polaridad,.... La dificultad visual en textos estáticos puede definirse como el resultado de los efectos combinados de estos factores. El contraste equivalente puede proveer un camino para medir los efectos mencionados en una escala común que se correlacione con la dificultad visual.

Para la evaluación de la dificultad visual se ha usado una escala de 7 puntos y para la medición del contraste equivalente se utilizó un visibilímetro que incorpora el control automático de la luminancia de adaptación, un registro electrónico de los valores de visibilidad, mediciones de la luminancia promedio del campo visual, un algoritmo para los ajustes del umbral y un procedimiento simplificado para la estimación del contraste equivalente que permite una mayor precisión en las mediciones.

Se encuentra una fuerte correlación entre desempeño visual y contraste equivalente. Los resultados son promisorios en cuanto a la posibilidad que el contraste equivalente sea un predictor adecuado de la dificultad visual cuando la calidad del impreso es pobre o media.

LECTURA Y DIFICULTAD VISUAL

La ejecución de trabajos con alta demanda visual depende de la influencia de diversos factores que caracterizan al objeto visual y su fondo. En tareas de lectura estos factores son el contraste, tamaño, tipografía, distribución de los símbolos en la página, polaridad, nitidez, espaciamiento entre caracteres y entre líneas de grupos de ellos, etc.

La mayor o menor facilidad que ofrece un texto para la ejecución de una tarea como búsqueda, clasificación, comprensión, etc, dependerá de la acción combinada de algunos o de todos los factores mencionados. Al grado de complejidad de tareas como las mencionadas denominamos Dificultad Visual (DV).

La Dificultad Visual es un atributo de cada tarea que puede evaluarse subjetivamente.

PERFORMANCIA VISUAL

La eficiencia y velocidad con que se ejecuta una tarea visual, como la lectura de textos estáticos, se mide en términos de la Performancia Visual (PV), que es una medida de la relación de errores cometidos y del tiempo en que se ejecuta la tarea.

La Performancia Visual se determina mediante pruebas psicofísicas.

Este trabajo es el primero de una serie que se propone el estudio de métodos para cuantificar el efecto global de características físicas de tareas en la

dificultad y performancia visual.

VISIBILIDAD

En 1981 la Comisión Internationale de l'Eclairage (CIE) propuso un modelo de performancia visual basado en el concepto de nivel de visibilidad, que es una magnitud que describe la separación entre el estímulo presentado al observador y la condición umbral del estímulo para el mismo estado de adaptación del ojo del observador. El nivel de visibilidad (VL) se define como [1]:

$$VL = \text{contraste equivalente} / \text{contraste umbral} \quad (1)$$

El objeto de interés se describe en términos del contraste de una tarea de referencia, un disco luminoso de 4 minutos de arco presentado sobre un campo uniforme, del que se conocen los valores de contraste umbral.

CONTRASTE EQUIVALENTE

El contraste equivalente se determina mediante un instrumento denominado visibilímetro. Con este instrumento, el observador superpone un velo luminoso sobre el campo visual donde se encuentra el estímulo de interés y reduce su contraste sin modificar la luminancia a la cual el sistema visual está adaptado. De esta manera, el contraste del estímulo

de interés es reducido al umbral. Luego, el contraste de un disco de 4', observado con el instrumento en idénticas condiciones que el estímulo, es ajustado también en el umbral. Este es el contraste equivalente de la tarea en estudio.

Con otras palabras, el contraste equivalente (C_{eq}) es el contraste del disco de 4' de arco que es reducido al umbral por la misma cantidad de luminancia de velo que reduce al umbral al estímulo de interés.

En este trabajo se informa sobre los primeros resultados obtenidos en un proyecto de investigación tendiente a comprobar si C_{eq} es una medida de la dificultad visual.

VISIBILIMETRO

En la Figura 1 se muestra el principio de funcionamiento del visibilímetro utilizado en esta investigación [2]. Aquí A es la tarea visual y su fondo, VM es el instrumento, en el cual los dos haces luminosos (el proveniente de la tarea visual, L_A y el de la luminancia de velo, L_B) se superponen e inciden en el ojo del observador, S es la fuente de luminancia de velo. B es el ojo del observador, T1 es el factor con el que se ha reducido la luminancia de la tarea visual y R1 es el factor con que se aumenta la luminancia de velo.

La investigación incluye correlaciones entre resultados de pruebas de perfomancia visual, evaluaciones subjetivas de dificultad visual y determinaciones del contraste equivalente mediante visibilímetro.

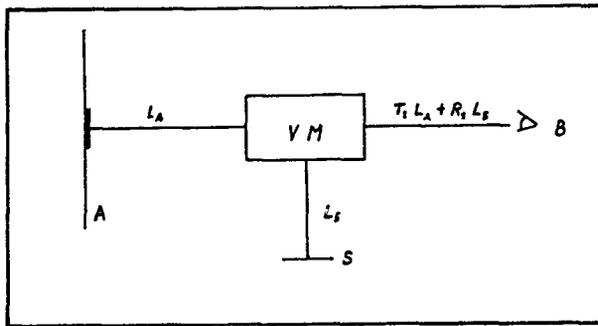


Fig.1: Principio de funcionamiento del visibilímetro utilizado.

MUESTRAS

Se analizaron copias carbónicas de textos escritos a máquina que difieren fundamentalmente en la nitidez de los símbolos y en menor medida en el contraste.

PRUEBAS DE PERFORMANCIA VISUAL

En otros trabajos [3,4], grupos de observadores ejecutaron pruebas de búsqueda visual en los textos impresos en las muestras mencionadas. Además clasificaron a las copias de acuerdo a una escala subjetiva de nitidez. Todos estos estudios se realizaron con cuatro niveles de luminancia sobre las muestras: 15, 50, 110 y 250 cd/m^2 . Estos resultados se utilizaron para los estudios que se informan en este trabajo.

EVALUACION SUBJETIVA DE LA DIFICULTAD VISUAL

Cinco observadores de edades entre 27 y 45 años clasificaron en una escala de 7 puntos el grado de Dificultad Visual de los mismos textos y con similares niveles de luminancia.

DETERMINACIONES DE CONTRASTE EQUIVALENTE (C_{eq})

Utilizando el visibilímetro indicado en Fig.1, un observador de 29 años determinó el C_{eq} para las copias carbónicas con similares niveles de luminancias que en las pruebas de Perfomancia Visual y de Dificultad Visual. Se determinó el umbral para cada copia y nivel de luminancia cinco veces en cada medición, lo que significa que en esta experiencia el observador ejecutó 120 mediciones de umbral y 20 de contraste equivalente.

DETERMINACION DEL CONTRASTE DE LA MUESTRA

El contraste de las letras impresas fue calculado de acuerdo a la siguiente formula:

$$C = (L_o - L_f) / L_f \quad (2)$$

donde L_o : luminancia del objeto; L_f : luminancia del fondo L_o y L_f y por consiguiente los valores de C fueron determinadas de acuerdo a tres criterios:

- mediando con un luminancímetro dos áreas contiguas de trazo y fondo. Así se estima el Contraste Fotométrico (C_{fot}).
- determinando L_o máxima y L_f mínimo, con lo que se calcula el contraste que denominamos absoluto (C_{ab}).
- calculando L_o y L_f promedio de una distribución de luminancias que corresponde al registro del perfil

de una sección transversal de una letra y su fondo, estimando así el contraste promedio (Cmed).

RESULTADOS

En las figuras 2 a 6 se resumen algunos de los resultados más relevantes de este trabajo. El Ceq promedio de todas las mediciones para cada copia es comparado con parámetros físicos de las muestras, valoraciones subjetivas y resultados psicofísicos. Los gráficos muestran los valores experimentales y la o las rectas de regresión lineal en las que se indica el coeficiente de correlación para cada caso.

Las muestras estudiadas sólo difieren en la definición del borde de las letras impresas, que denominamos Nitidez y en el contraste de cada copia.

La correlación entre Ceq y Nitidez es alta (fig.2), como así también con los contrastes de las tareas (fig.3). Los valores de Nitidez (N) son promedios de evaluaciones de observadores obtenidas en otros trabajos [3,4]. Un valor bajo de nitidez indica una muestra de muy baja legibilidad o sea de bordes muy borrosos. Valores crecientes de N describen a copias de mediana o alta calidad de impresión. El correlato

físico de la Nitidez es la derivada máxima (Dmax) del perfil de luminancia en el borde del símbolo [5]. El gráfico correspondiente (fig 4) muestra también una fuerte correlación entre Ceq y Dmax.

Si se comparan las correlaciones de Ceq con las tres medidas de contraste utilizadas para caracterizar a los símbolos (fig.3) se observa que con las tres existe una alta correlación, siendo mayor para el contraste medio. Este resultado sugiere la profundización del análisis del significado en la percepción visual y en la adquisición de información por parte de los detectores retinianos, de la distribución de luminancias del campo visual que se forma sobre la retina. Por otro lado, la comparación de los tres contrastes (Cfot, Cab y Cmed) con la Dificultad Visual (fig.5), muestra una similar relación, indicando también que la Dificultad Visual depende, en este caso, del contraste de las letras respecto al fondo. La comparación de los gráficos de C vs Ceq y C vs DV sugiere que Ceq puede considerarse una medida de la Dificultad Visual.

Similar conclusión sugiere el gráfico de Pefomancia Visual en función de Ceq. (fig.6), donde para el caso de búsqueda visual, éste parece ser una medida de PV.

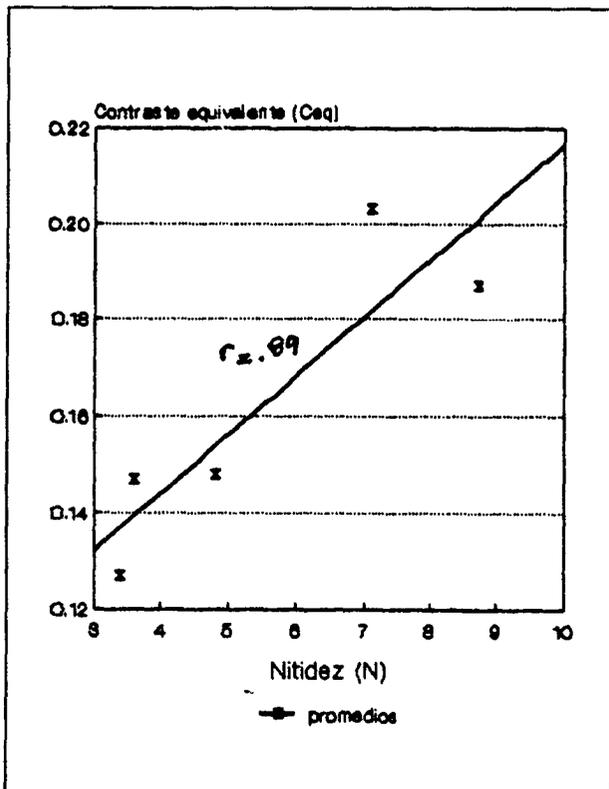


Fig.2: Correlación entre contraste equivalente y nitidez.

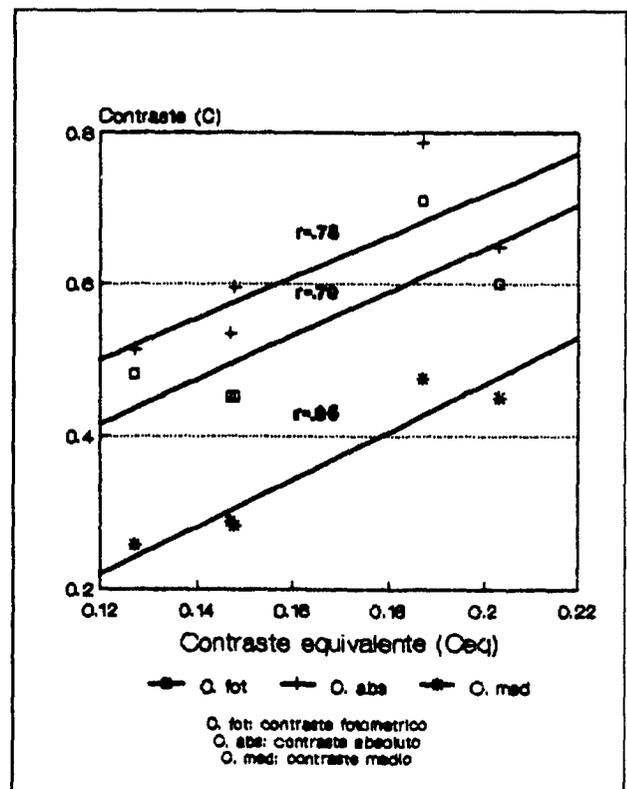


Fig.3: Correlaciones entre los distintos tipos de contraste medidos y el contraste equivalente.

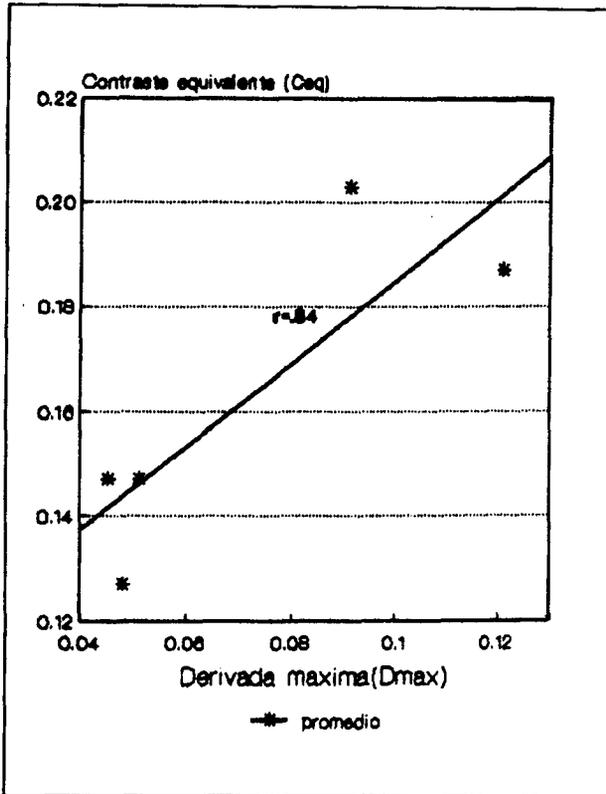


Fig.4: Correlación entre contraste equivalente y pendiente máxima.

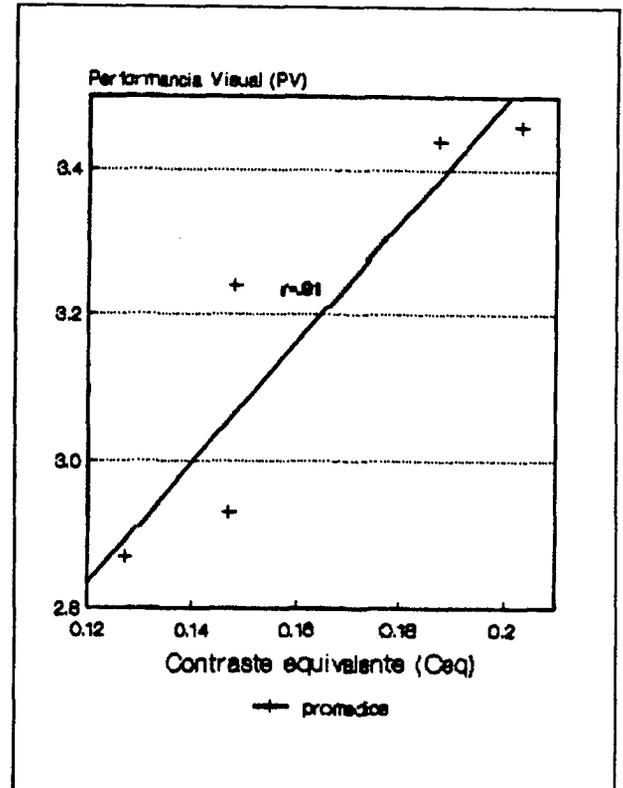


Fig.6: Correlación entre la Performance Visual y el contraste equivalente.

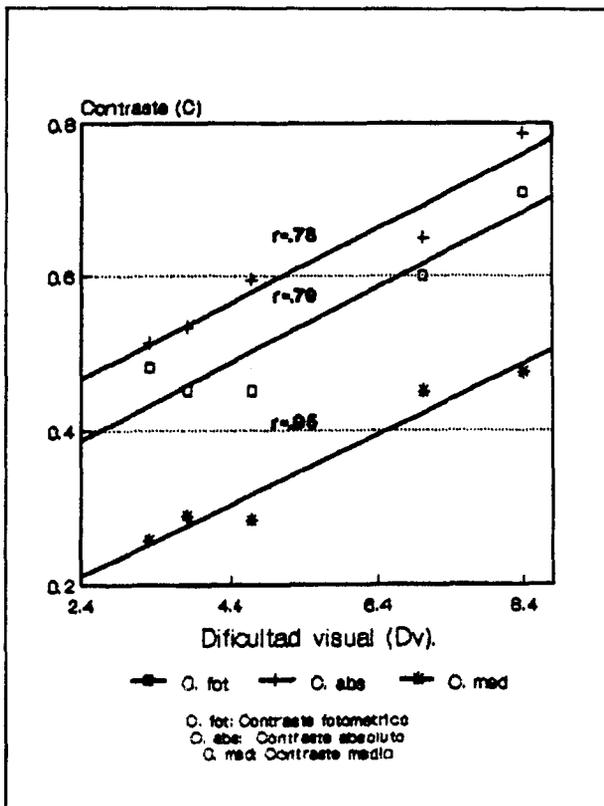


Fig.5: Correlaciones entre los distintos tipos de contrastes medidos y la dificultad visual.

CONCLUSIONES

El contraste equivalente parece ser una medida que refleja el efecto de parámetros que definen la visibilidad de objetos. Al menos para textos impresos con amplia variación de la definición de bordes, los resultados de este trabajo sugieren una línea de profundización del estudio con interesantes perspectivas. En este caso las muestras poseen contrastes altos que varían en un 40% entre valores extremos. Esta variación, desde el punto de vista de una descripción de la performance visual de los observadores en términos del contraste solamente, no es significativa para explicar los diferentes rendimientos con muestras que poseen una gran diferencia en nitidez. Esta conclusión, que ya ha sido comprobada en otros trabajos, indica que en tareas de calidad de impresión media, la definición del borde de los símbolos es un parámetro significativo para evaluar a la performance visual [3,4].

Los resultados de este trabajo sugieren que es posible desarrollar una métrica de la dificultad visual de textos fijos, mediante la utilización de visibilímetros para evaluar el contraste equivalente de las tareas.

Estos instrumentos no son fáciles de manejar,

pues exigen operadores con alto entrenamiento. Esto es otra faceta de este trabajo: que el método de medición, que en este caso es mediante un sistema optoelectrónico, pueda ser simplificado y automatizado.

Otra conclusión interesante de este trabajo, es acerca del significado de las variaciones de luminancias en el campo visual desde el punto de vista de la percepción visual y la ejecución de tareas. La correcta respuesta a ese interrogante es muy importante para definir el o los parámetros característicos de la tarea y su entorno que son significativos en la adquisición de información visual.

En las correlaciones mostradas en este trabajo se ha utilizado una forma de definir al contraste. Esta es la de mayor difusión en casos de tareas de lectura de material impreso. Sin embargo, la fórmula puede proporcionar distintos resultados dependiendo de la elección de las luminancias que definen la visibilidad de los objetos. Los resultados que se indican con las tres definiciones de contraste son similares, aunque la mayor correlación se obtiene para el contraste obtenido como la relación de luminancias promedios de objeto y fondo.

Será necesario contrastar con otras situaciones y tareas para dilucidar si este resultado no depende también del método de reducción del contraste al umbral utilizado.

REFERENCIAS

- [1] C.I.E., AN ANALYTIC MODEL FOR DESCRIBING THE INFLUENCE OF LIGHTING PARAMETERS UPON VISUAL PERFORMANCE, Publication No. 19 / 2, 1981.
- [2] C.F.KIRSCHBAUM. Cuartas Jornadas Argentinas sobre Luminotecnia, A.A.D.L., Tomo II, 1981, pag. 459-476.
- [3] E.M.COLOMBO, C.F.KIRSCHBAUM, M.R.RAITELLI, Lighting Research and Technology, vol. 19, No.3, (1987), ppag. 61-71.
- [4] E.M.COLOMBO, C.F.KIRSCHBAUM, PRINT QUALITY AND VISUAL, Lighting Research and Technology, vol.22, No. 2, (1990), pag. 85-93.
- [5] E. M. COLOMBO, C.F.KIRSCHBAUM, H.RABAL, Anales AFA, 1990.