

CALIDAD DE IMPRESOS: AJUSTE DE UN MODELO

E. Colombo, C. Kirchsbaum.

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

H. Rabal.

*Centro de Investigaciones Ópticas,
CIC, C.C. 124, 1900 La Plata.*

Se correlaciona la evaluación subjetiva de la definición de bordes (nitidez) con parámetros físicos significativos (contraste y pendiente) en el caso de letras mecanografiadas en las cuales se consigue la degradación de los bordes con copias carbónicas. Se usa una mezcla de nitidez de 7 puntos (N=3 nivel inferior y N=10 nivel superior) y a partir de los perfiles de luminancias de las muestras se determina el contraste y las pendientes promedio y máxima. En base a estos resultados se establecen las correlaciones. Se propone el ajuste de un modelo que explica la nitidez en función del contraste y de la pendiente. El modelo supone campos receptivos alternativamente excitatorios e inhibitorios, con perfil gaussiano. Se encuentra un buen ajuste entre los valores predichos por el modelo y las evaluaciones de nitidez realizadas por los observadores. Los resultados se comparan con los obtenidos en el caso de bordes con desenfoque controlado.

OBJETIVOS

Investigaciones realizadas han mostrado la relevancia de la definición de bordes de los estímulos visuales sobre el desempeño de observadores cuando realizan tareas de lectura de textos o números mecanografiados en copias carbónicas [1,2].

Cuando la demanda visual aumenta (de detección a reconocimiento y de aquí a identificación) crece también la exigencia sobre la calidad del objeto visual en particular sobre la definición de los bordes. Este parámetro ha sido cuantificado a partir de su evaluación subjetiva - NITIDEZ - .

El presente trabajo estudia la correlación de la nitidez con la variación de luminancia en los bordes expresada a través del contraste y la pendiente. Se encuentra que la pendiente máxima es un parámetro significativo. Se propone un modelo que describe la respuesta del sistema visual a bordes con diferentes contrastes y pendientes, para explicar la nitidez en función de los parámetros físicos. Los resultados se comparan con los obtenidos para bordes con desenfoque controlado [3,4,5].

* Laboratorio de Luminotecnia - UNT - CONICET.

** Centro de investigaciones Ópticas - UMLP - CIC - CONICET - CC 124 - (1900) La PLata.

EXPERIENCIAS Y RESULTADOS MUESTRAS

Se trabaja con las primeras seis copias carbónicas de una impresora AES Plus (1980). Se utiliza una lista de números escrita con el tipo de letra Gothic-12 sobre papel blanco (DIN-A4) de 70 g/m² y reflectancia 0.7. En la figura 1 se exhibe una muestra típica.

OBSERVADORES

Participaron de las pruebas de evaluación de nitidez 7 jóvenes de 23 a 28 años con visión normal, estudiantes avanzados de ingeniería eléctrica y física sin entrenamiento previo.

EVALUACION DE NITIDEZ

Las condiciones experimentales son similares a las de un observador que realiza una tarea de oficina. El sujeto está sentado en un escritorio a una distancia de visión de 30 cm. (fig. 2). Con una parrilla de tubos fluorescentes a 1,6 m. sobre el plano de trabajo, con control de flujo y estabilizador de tensiones, se suministró la iluminación que permite seleccionar cuatro niveles de luminancia de adaptación (15,50,110 y 250 cd/m²) y conseguir uniformidad sobre la tarea. Los observadores evalúan el grado de definición de las seis copias carbónicas expuestas simultáneamente. La escala empleada fue de 7 puntos, desde el valor 3 (definición pobre) a 10 (definición buena). Para cada uno de los niveles de luminancia los sujetos repiten la determinación tres veces. Los valores prome-

dios de las evaluaciones realizadas por los 7 observadores no muestran variaciones estadísticamente significativas en términos de nivel de luminancia. Por esta razón se calculan los valores medios para cada copia (de la primera a la sexta) sobre todos los observadores y sobre los cuatro niveles de luminancia (fig.3).

PERFIL DE LUMINANCIA

Se mide el perfil de luminancia en los trazos de diferentes números en las distintas copias carbónicas. Las mediciones se realizaron con un dispositivo montado especialmente para estos propósitos, que contaba de un luminancímetro Pritchard equipado con una óptica adecuada, un sistema que proveía iluminación uniforme sobre las muestras, una mesa móvil de alta precisión para el posicionamiento del luminancímetro y un soporte que permitía modificar la inclinación del plano de la tarea (fig.4). Las mediciones se realizaron de manera que el luminancímetro formaba un ángulo de 25 grados con el plano de la tarea, simulando las condiciones en las que se realizó la clasificación de nitidez. La secuencia de cada medición involucra 200 puntos en 4mm y es controlada por un computador que almacena los datos. La figura 5 muestra un perfil típico.

DETERMINACION DE CONTRASTE

A partir de los perfiles suavizados se determinó el contraste absoluto (Cabs)

$$Cabs = (Lmax - Lmin) / Lmax$$

donde Lmax es la luminancia máxima y Lmin es la luminancia mínima.

En la figura 6 se representan los valores promedios de contraste por copia. Vemos que los valores de contraste de las muestras están muy por encima de los valores umbrales(6). Resultados experimentales y modelos de desempeño visual muestran una influencia muy reducida del contraste, en condiciones de supra-umbral, sobre la eficiencia con que un observador realiza una determinada tarea (7,8). De la primera a la sexta copia el contraste absoluto varía solamente en un 32% frente a una variación de nitidez de 63%.

DETERMINACION DE LA PENDIENTE

Por analogía con trabajos anteriores (3,4,5), que tienen en cuenta la respuesta esencialmente logarítmica del ojo a la luminancia, se trabaja con la variable Log (Lmax /L). De las curvas previamente

suavizadas se calcula la primera derivada y se determinan los dos valores máximos de pendiente, uno por cada flanco.

En la figura 7 se representan la primera derivada máxima promedio (pendiente máxima promedio) para cada copia carbónica. De la primera a la sexta copia la pendiente varía en un 51%, porcentaje más próximo al 63% de variación de la nitidez que el correspondiente al contraste.

En la figura 8 se representa la nitidez en función de la pendiente. Debido a su forma la curva puede interpretarse como la zona central de la función de compresión sensorial supraumbral y es ajustada por una función polinomial de tercer grado.

A diferencia del trabajo con bordes desenfocados, no se observan aquí las zonas de saturación en las zonas extremas de la curva, lo que puede deberse a que el rango de variación de la pendiente máxima fue mucho mayor cuando la degradación de los bordes se debió al desenfoco que en el caso del copiado carbónico.

MODELO

Se propone un modelo de campos receptivos gaussianos siguiendo una metodología similar a la utilizada por McLeod y Rosenfeld [9] ya empleada en trabajos anteriores con bordes desenfocados [3,4,5]. El campo receptivo fue representado por la suma algebraica de cinco funciones excitatorias e inhibitorias alternadas (sensibilidad). Se toma como respuesta de los campos receptores a los bordes degradados, el máximo valor de la correlación de las funciones sensibilidad e iluminación y esta como proporcional a la nitidez percibida. El ancho de las gaussianas se utiliza como parámetro para ajustar la respuesta en nitidez del sistema visual. Los coeficientes de las gaussianas se ajustan de manera que la respuesta a una señal uniforme sea cero.

Los bordes fueron simulados por rampas lineales con pendiente igual a la derivada máxima de los perfiles y el mismo contraste.

En la figura 9 se han representado los valores experimentales (corregidos por una constante y divididos por el valor máximo) y los predichos por el modelo, con una función del logaritmo decimal de la pendiente máxima. Los valores obtenidos a partir del modelo se ajustan con un polinomio de tercer grado en la figura 10.

69052	69052
73431	73431
30250	30259
45173	45173
87504	87504
99621	99621
17438	17438
25644	26644
53070	53070
14967	14967
38600	38690
57341	57341
71468	71468
95228	95238
24635	24635
69325	69325
47189	47189
81430	81430
15092	16092
31416	31416

Figura 1: Muestra típica utilizada en los experimentos.

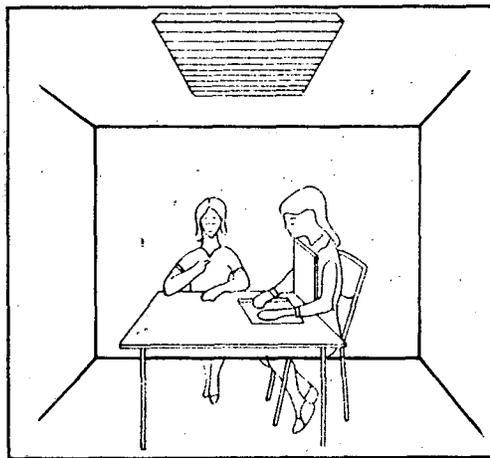
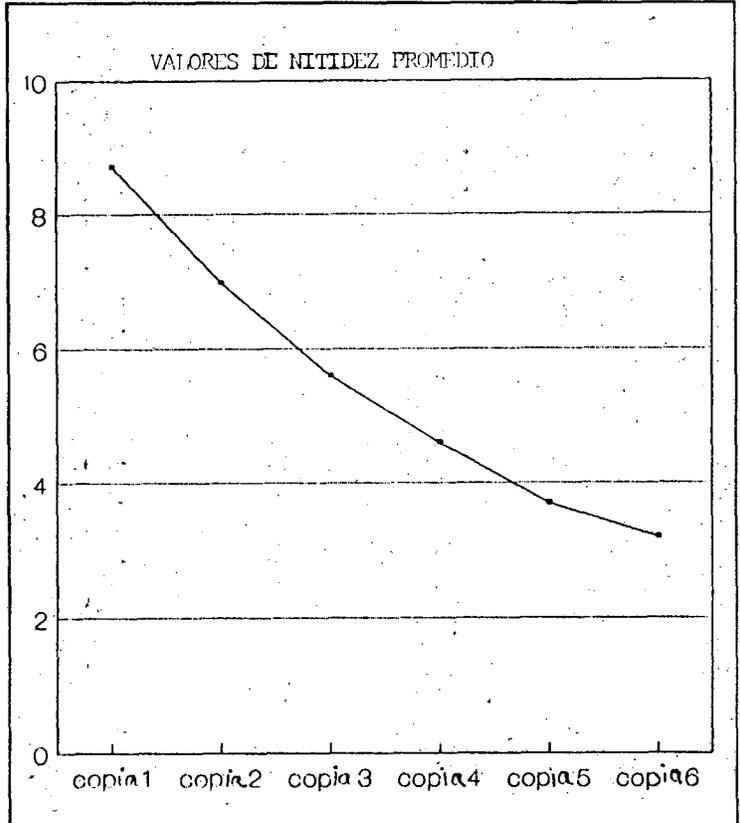


Figura 2: Condiciones experimentales.

36892	36892	36892	36892	36892	36892
74505	74505	74505	74505	74505	74505
88549	88549	88549	88549	88549	88549
30480	30480	30480	30480	30480	30480
21953	21953	21953	21953	21953	21953
12500	12500	12500	12500	12500	12500

Figura 3: Valores de las evaluaciones de nitidez para cada copia promediados sobre todos los observadores y sobre todos los niveles de luminancia. En la parte baja se reproducen muestras correspondientes a cada copia.

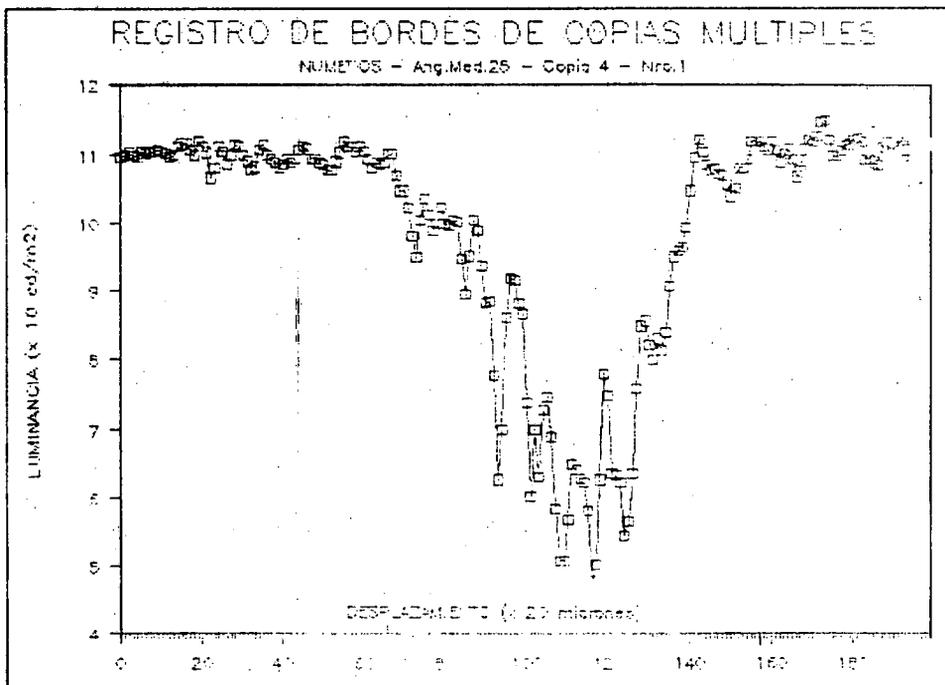


Figura 5 : Ejemplo típico de perfil medido de luminancia.

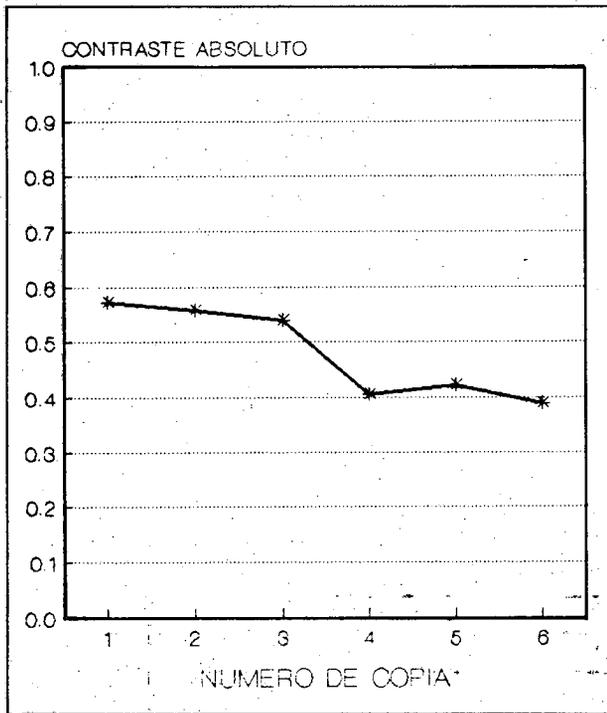


Figura 6: Valores de contraste promediados para cada copia.

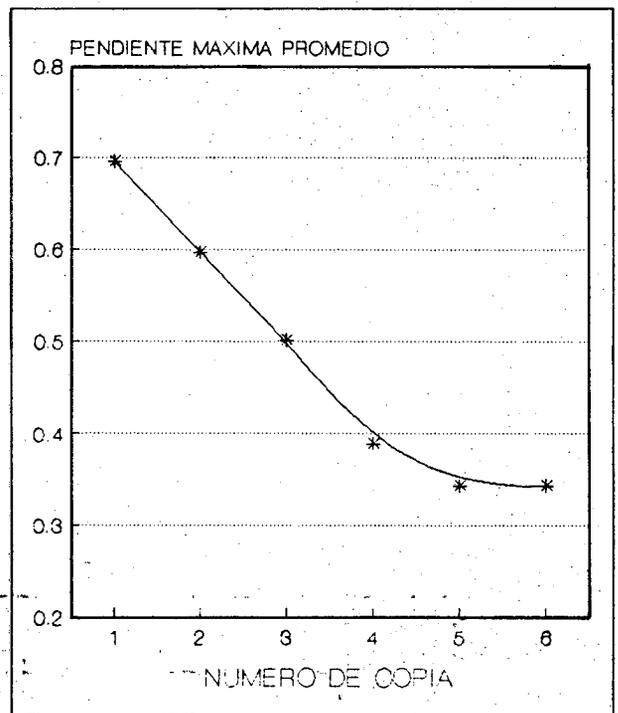


Figura 7: Pendiente máxima promediada para cada copia.

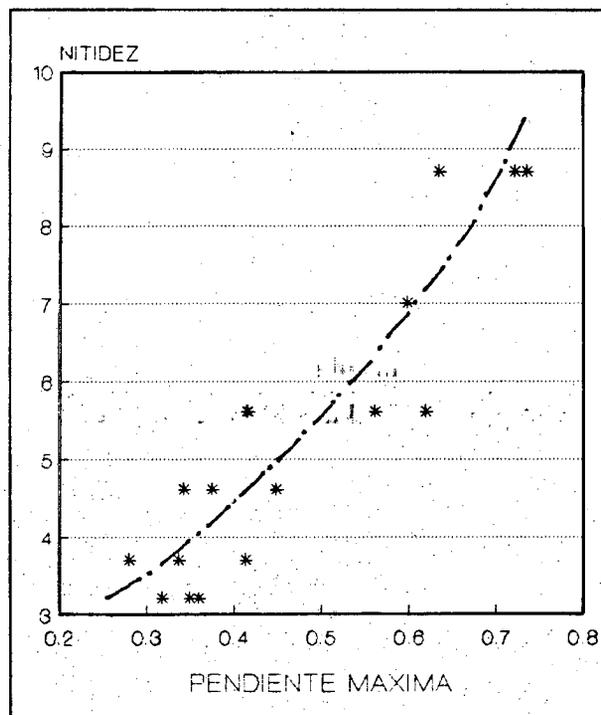


Figura 8: Relación entre nitidez y pendiente máxima.

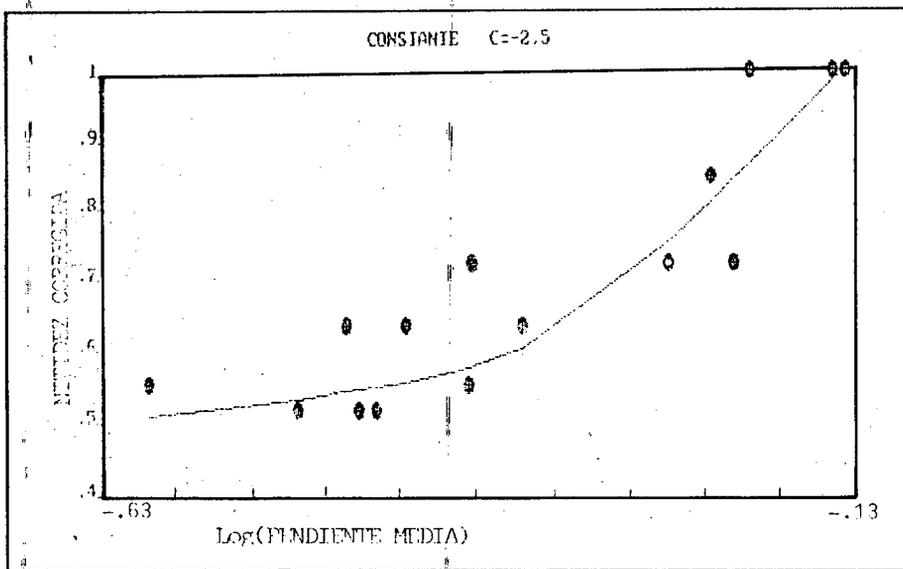


Figura 9: Valores experimentales corregidos por una constante comparados con los predichos por el modelo (línea continua), ambos en función del logaritmo decimal de la pendiente máxima.

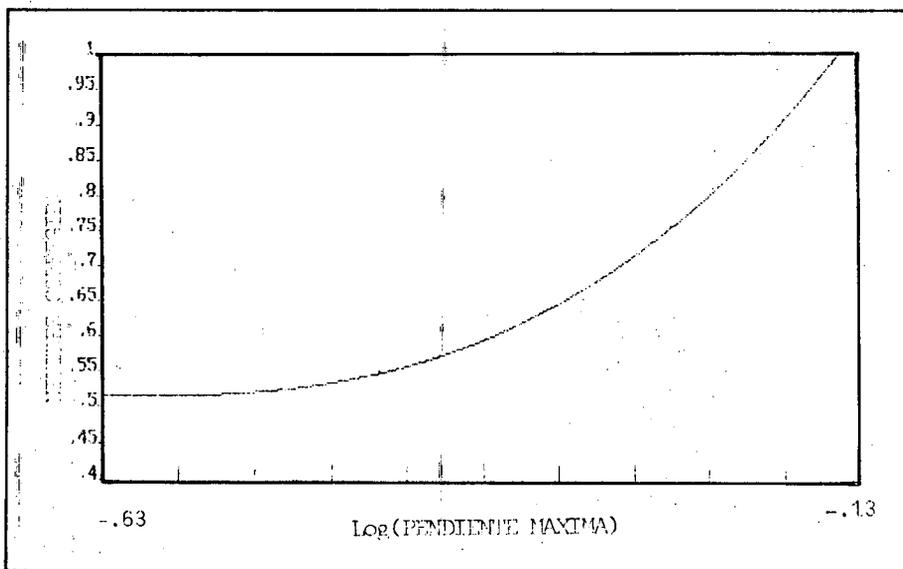


Figura 10: Ajuste de los valores proporcionados por el modelo con un polinomio de tercer grado en términos del logaritmo de la pendiente máxima.

CONCLUSIONES

Se encuentra que la pendiente máxima es un parámetro adecuado para caracterizar la evaluación de nitidez en copias carbónicas. La relación de nitidez versus pendiente máxima puede interpretarse

como la zona central de una curva de compresión sensorial supraumbral.

En forma análoga al caso de fotos desenfocadas, un modelo simple de dominio espacial para campos receptivos explica los resultados observados de nitidez en términos de pendiente y contraste.

REFERENCIAS

1. Colombo E., Kirschbaum C.F. y Mario Raitelli. Lighting Research and Technology, 19(3) 61-71 (1987)
2. Colombo E. y Kirchsbaum C. F. Lighting Research and Technology, 22(2) 85-93 (1990)
3. Colombo E. y Rabal H. Anales AFA, Vol I, p 133, San Luis 1989.
4. Rabal H., Colombo E. y Kirchsbaum C.F. Proc. Comisión Internacional de Optica (ICO), Alemania, Agosto (1990).
5. Colombo E., Rabal H. y Kirchsbaum C. F. 13th European Conference on Visual Perception, Paris, 1990, pág. 391.
6. Blackwell O.M. y Blackwell H.R.. JIES, 1,3,1971.
7. Rea M. S. Journal Illum. Eng. Soc. 15(2), 41-77

(1986)

8. Dillon R.F., Pasini I.C. and Rea M.S. Proc. 21st. Session CIE Venezia (1987).
9. McLeod y Rosenfeld. Visión Research, 14 909-915 (1973)

AGRADECIMIENTOS

- Al Laboratorio de Luminotecnia de la Universidad Técnica de Berlín donde se realizaron las mediciones de los perfiles de luminancia.

- Este trabajo fue realizado en el marco de los PID 3-071700 y 0624 del CONICET.

- Los autores Rabal y Kirschbaum son investigadores del CONICET y Colombo es becaria de formación superior del CONICET.