

Estudio de legibilidad tipográfica de las google fonts: Lato, Open Sans y Roboto.

Por Manuel Guerrero

Estudio de legibilidad tipográfica de las google fonts: Lato, Open Sans y Roboto. (Typographic legibility of the google fonts: Lato, Open Sans & Roboto.)

Manuel Guerrero Salinas, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.

Resumen:

La proliferación en el uso de una gran gama tipografías disponibles, ha puesto en evidencia los problemas de legibilidad que traen consigo algunas de estas. La legibilidad es un tema interesante que engloba a la letra en cuanto a su constitución formal y estructural, su aplicación, disposición en pantalla y comprensión, autores como Richaudeau, distinguen dos tipos de legibilidad, la tipográfica y la textual, la primera referida a la capacidad del reconocimiento de los caracteres tipográficos en condiciones específicas y la segunda, referida a factores lingüísticos y psicológicos que intervienen en la construcción del texto y su correcta interpretación.

La presente investigación tiene como objetivo determinar el grado de legibilidad tipográfica de tres de las fuentes más populares de la plataforma google fonts, por medio de un análisis comparativo, basado en el reconocimiento individual de 36 caracteres de uso común, los cuales incluyen letras de caja baja y números arábigos, ya que estos caracteres son los que presentan mayores similitudes formales entre sí. Como parte de la muestra, se seleccionaron las fuentes tipográficas Roboto, Open Sans y Lato en su versión normal, este estudio se centra en la recopilación y el análisis de los datos cualitativos obtenidos de la percepción visual de los participantes en este experimento. Este estudio permite identificar el grado de legibilidad tipográfica de cada una de las fuentes tipográficas evaluadas, de igual manera permite observar los caracteres que mayormente se confunden o se identifican de manera errónea, dependiendo de diseño de las características propias de cada fuente tipográfica.

Palabras clave: legibilidad tipográfica, google fonts, roboto, open sans, lato.

Abstract:

The spread in the use of a wide range of available fonts has highlighted the legibility problems that bring with them. Legibility is a curious topic that encompasses the letter in terms of its formal and structural constitution, its application, arrangement on the screen, and understanding. Authors such as Richaudeau distinguish between two types of legibility, typographic and textual, the first referring to the ability to recognize typographic characters in specific conditions, and the following referred to linguistic and psychological factors that intervene in the construction of the text and its correct interpretation.

The objective of this research is to determine the degree of typographic readability of three of the most popular fonts on the google fonts platform, through a comparative analysis, based on the individual recognition of 36 characters in common, which include box letters. Low and Arabic numerals, since these characters are the ones with the highest formal similarities to each other. As part of the sample, the typographic fonts Roboto, Open

Sans, and Lato were select in their regular version. This study focuses on the collection and analysis of qualitative data obtained from the visual perception of the participants in this experiment. This study allows us to identify the range of typographic legibility of the typefaces evaluated and permit us to observe the characters most confused or missed, depending on the typeface design.

Keywords: typographic legibility, google fonts, roboto, open sans, lato.

Introducción.

Es innegable que desde siempre el hombre ha tenido la necesidad de comunicarse con otros de manera verbal o gráfica; desde plasmar índices que se transformaron en signos, dando paso a la creación y evolución de alfabetos, hasta la compleja transmisión de información vía electrónica. Desde hace varios años, el uso de las nuevas tecnologías como herramientas de la comunicación han creado una efervescencia en el campo del diseño, esta creciente proliferación ha permitido que cada vez sea más común leer en pantalla, ya sea en dispositivos móviles, portátiles o de escritorio. Esto lo podemos observar en actividades cotidianas como leer el correo electrónico, leer mensajes, noticias, etc.,

Si bien, el texto en pantalla tienes sus propias limitaciones en cuanto a visualización, se le suma el hecho de que existen diferentes sistemas operativos con distintas tecnologías de renderización, diversos tipos de monitores y resoluciones, por tanto, es complicado saber exactamente cómo la misma información será vista en la pantalla de los diferentes usuarios.

Ante esta problemática, los avances en el desarrollo de Internet han buscado estandarizar los aspectos de visualización en pantalla, esto ha propiciado que el uso de la tipografía personalizada sea una realidad y con ello, ha crecido en uso fuentes tipográficas en portales, sitios web y aplicaciones. En la actualidad es frecuente hablar de la legibilidad en pantalla como un tema que engloba a la letra en cuanto a su constitución formal y estructural, su aplicación y disposición en un soporte digital, por ello, la presente investigación pretende profundizar en la evaluación de tres fuentes tipográficas; para lo cual se desarrolló un experimento específico que pone a prueba el reconocimiento individual de caracteres en cuanto a diseño y estructura formal.

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Experimentación Multimedia de la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, un espacio en el que se han desarrollado diversas investigaciones relacionadas con la percepción visual y análisis de usabilidad.

Legibilidad

La legibilidad es un término que engloba diversos factores como son: la identificación de las letras, la relación de las letras con el sonido, identificación de palabras, identificación de oraciones, asignación de significado a palabras y oraciones, relación entre oraciones, uso del conocimiento previo para predecir información e inferir el significado de palabras desconocidas, entre otros no menos importantes. (Tapia et al., 2003, p.36)

Es importante mencionar que otros autores como Richaudeau (1987, p.123) establece una distinción entre legibilidad tipográfica y legibilidad textual. Richaudeau menciona que la legibilidad tipográfica se refiere a la capacidad de reconocimiento de los caracteres tipográficos, tomando en cuenta la edad, la cultura y otros factores de tipo ambiental en el que se realiza la lectura, mientras que la legibilidad textual, se refiere a la serie de factores lingüísticos y psicológicos que intervienen en la construcción del mensaje para la correcta interpretación. En este sentido, Alliende (1994, p.36) menciona que la palabra puede considerarse como la unidad mínima de comprensión de un texto y que la comprensión se basa en captación del sentido de la mayoría de las palabras.

Por lo anterior, es válido señalar que la legibilidad es un término global que comprende diversos factores, de tipo formal, ambientales, lingüísticos, psicológicos, culturales y fisiológicos que intervienen en el proceso de lectura y que gracias a éstos la lectura puede darse de manera fluida y sin esfuerzo. Por tanto, para esta investigación se tomaron en cuenta los factores de tipo formal y se buscó que las condiciones ambientales, ergonómicas y de iluminación fueran similares en todas las pruebas, al realizarse en un ambiente controlado.

Es tomar en consideración que no es posible generalizar sobre si una fuente tipográfica es más legible que otra, si no, simplemente que una fuente tipográfica se comporta mejor que otra en ciertas circunstancias. (Sawyer, Dobres, Chahine, & Reimer, 2020, p.868)

Google fonts

Desde hace algún tiempo el uso personalizado de tipografías es cada vez más frecuente, gracias al avance de nuevos estándares en desarrollo de navegadores y a la creación de servicios especializados como es el caso de Google Fonts, empresa que lanzó un servicio de tipo en el año 2010 (*font embedding service*), desde entonces se ha dedicado a simplificar el uso de tipografía en la web por medio de licencias de código abierto, su catálogo de fuentes está disponible para versión web y para escritorio.

Dentro de las fuentes tipográficas que Google fonts determina como las más populares en el 2020, se encuentran: Roboto, diseñada por Christian Robertson; Opens sans diseñada por Steve Matterson y Lato, diseñada por Łukasz Dziedzic; las cuales cuentan con un número considerable de visualizaciones, lo cuál significa, que están siendo utilizadas y visualizadas en diferentes sitios web, aplicaciones, lo que se puede observar mediante las estadísticas que generan (Ver Tabla 1).

Font family	Designer	Total Views	7 day views	7 day change
Roboto	Christian Robertson	12,990,952,512,041	72,426,252,661	2%
Open Sans	Steve Matteson	8,545,260,926,554	37,698,411,781	16%
Lato	Łukasz Dziedzic	2,270,180,598,783	10,701,281,345	1%

Tabla 1. Guerrero. M (2020). Número total de visualizaciones de las fuentes Roboto, Opens sans y Lato. Recuperado el 24 de septiembre del 2020. Fuente: <https://fonts.google.com/analytics>

Dada la relevancia en el uso y popularidad de estas fuentes tipográficas, se consideraron para realizar en un estudio mediante un análisis comparativo de la legibilidad tipográfica de cada una de las fuentes tipográfica mencionadas. En el desarrollo experimental se pone a prueba el reconocimiento individual de 36 caracteres, que contemplan: letras en caja baja o minúsculas y números arábigos, dada la similitud que existe entre algunos de ellos (Ver Imagen 1).

Roboto: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Open Sans: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Lato: a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Imagen 1. Guerrero. M (2020). Ejemplo de las tres fuentes tipográficas analizadas en este estudio.

Estas fuentes tipográficas, por sus características formales se clasifican como fuentes sans serif, lo que otorga una apariencia formal y estructural semejante a los tres casos abordados. Este tipo de fuentes tipográficas se caracterizan por no contar con remates y patines, poseen una modulación de curvas sutiles, con un eje de curva vertical. (Kunz, 2003, p.21s)

Los estilos seleccionados corresponden a versiones que tienen una estructura y peso tipográfico similar, en el caso de Roboto, esta cuenta con 12 estilos tipográficos y se seleccionó la *Regular 400*; en el caso de Open sans, esta cuenta cuenta con 10 estilos donde la *Regular 400* fue seleccionada y finalmente Lato, cuenta con 10 estilos respectivamente y se seleccionó el estilo *Regular 400*.

Para explicar la constitución de la forma tipográfica se toman como referencia los atributos descritos por Bines y Haslam (2002, p.50). En cuanto a proporciones, existen algunas diferencias entre Roboto, Open sans y Lato, se puede decir que la altura de x o altura de las minúsculas es similar en los tres casos; en cuanto a las proporciones de las letras ascendentes, en el caso de Roboto y Open sans es similar, solo en el caso de Lato es ligeramente mayor; en cuanto a las proporciones ascendentes en los números, es similar en Roboto y Open sans, sin embargo en el caso de Lato son considerablemente mayores; en el caso de las descendentes, las tres tipografías guardan proporciones similares; en cuanto al ancho, Roboto y Open sans

tienen proporciones similares mientras que en Lato se puede observar que su amplitud es distinta y son más extendidas; en cuanto a caracteres clave, el diseño que presenta la letra –g– en Roboto es de un piso con la cola abierta, por su parte Open sans y Lato conservan un diseño de dos pisos con anillo; en el caso de los caracteres –a–, –e–, –f–, –j–, su diseño es similar; por otra parte, existe una diferencia entre los números –9– donde Robto y Open sans presentan una estructura más compleja que en Lato. (Ver Imagen 2)

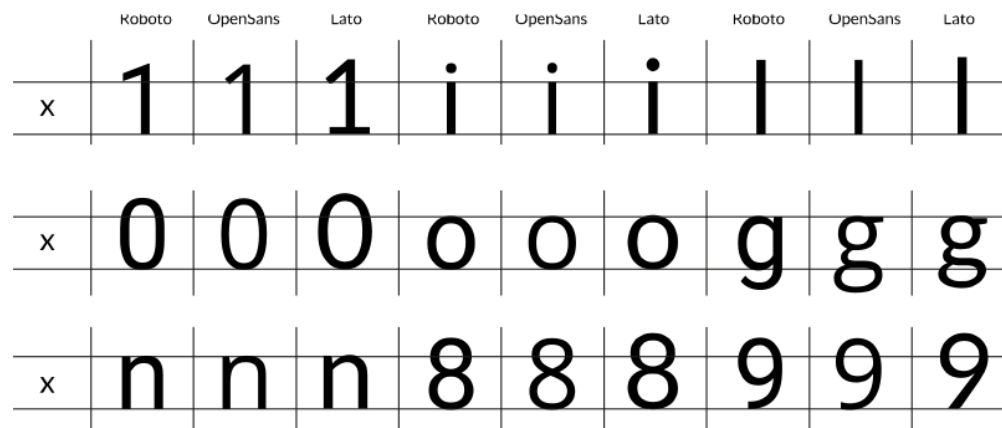


Imagen 2. Guerrero. M (2020). Detalle del diseño de los caracteres en Roboto, Open sans y Lato.

Método

Para este estudio se revisaron algunas investigaciones recientes, como (Beier and Larson 2010; Chaparro et al. 2010) que abordan estudios de legibilidad con el uso de tipografía digital y que han servido de referente para platear en método utilizado en este estudio.

Para este estudio se seleccionaron 20 participantes, con edades entre los 40 y 60 años, de la Facultad del Hábitat de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la siguiente formula, $n = Z^2 * (p) * (1-p) / c^2$ donde n se refiere al tamaño de la muestra, Z que corresponde al nivel de confianza, para este caso (95%), p tamaño de la población corresponde 183 profesores mayores de 40 años y c se refiere al margen de error, en este caso 20%.

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Experimentación Multimedia (LEM), en un ambiente silencioso, con temperatura controlada y con una iluminación constante de aproximadamente 23 luxes cercanos a los ojos de los participantes. Se utilizó una computadora portátil MacBook Pro (Retina, 15 inch, late 2013) con sistema operativo OS 10.14.6 utilizando el software PsychoPy basado en Python (Peirce, 2007). Los estímulos se visualizaron en un monitor DELL de 24 pulgadas modelo E2414H con una resolución de 1024 x 768 pixeles a 60.0310 Hz. Todas las fuentes fueron medidas inicialmente en puntos (pt) y convertidos en pixeles para una visualización correcta en pantalla acorde a (Pušnik, Podlesek y Možina, 2016).

Para iniciar con este experimento, se realizó una prueba de agudeza visual con la cartilla de Snellen, para asegurar que todos los participantes tuvieran una normal o corregida visión. Se permitió que los participantes utilizaran, en caso de requerirlo, lentes durante la prueba. Para esta prueba, las medidas utilizadas en la postura de los sujetos, se han considerado los parámetros establecidos por (Panero y Zelnick, 1994, p.290) para módulos de comunicación visual, donde la distancia recomendada entre la pantalla y el ojo es de 50–55 cm; en sentido vertical; la distancia entre el escritorio y el ojo es de 40–45 cm y finalmente, la altura del piso al asiento varía dependiendo de la altura del sujeto es de 65–75 cm. (Ver Imagen 3).

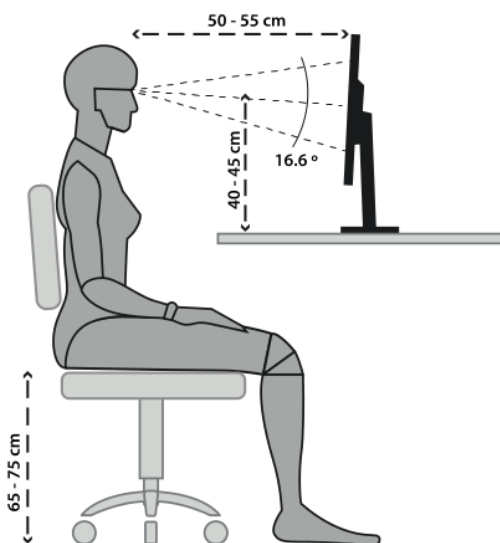


Imagen 3. Guerrero. M (2020). Esquema del experimento con medidas y postura de los sujetos.

Cada participante observó un total de 108 estímulos en pantalla, es decir, 36 caracteres y signos de las tres fuentes tipográficas dispuestos de manera aleatoria, la duración de cada estímulo fue de 1 segundo. A los participante se les dio la instrucción de presionar en el teclado la letra que vieron en pantalla y si no la reconocían o no la veían, que presionaran la tecla espaciadora para continuar. Durante las pruebas, se registró el número de sustituciones, es decir, cuando el participante presiona una tecla que no corresponde con la presentada en pantalla y también se registraron las omisiones, que se dieron cuando el participante no reconocía o no veía algún carácter.

Resultados

Después de realizar las pruebas, se procedió a organizar la información obtenida, para este estudio se tomaron en cuenta los datos generados en archivos con formato *csv* con las siguientes etiquetas:

- *Congruent*, es la etiqueta donde se declara la muestra, es decir los 36 caracteres que se sometieron a prueba.
- *corrAns*, corresponde a la muestra dispuesta en orden aleatorio para el caso de Lato.
- *key_resp.keys*, registra la información que el participante captura durante la prueba.
- *key_resp.corr*, establece el valor de 1 si la respuesta fue correcta y 0 si es incorrecta para Lato.
- *corrAns*, corresponde a la muestra dispuesta en orden aleatorio para el caso de Open sans.
- *key_resp_2.keys*, registra la información que el participante captura durante la prueba.
- *key_resp_2.corr*, establece el valor de 1 si la respuesta fue correcta y 0 si es incorrecta para Open sans.
- *corrAns*, corresponde a la muestra dispuesta en orden aleatorio para el caso de Roboto sans.
- *key_resp_3.keys*, registra la información que el participante captura durante la prueba.
- *key_resp_3.corr*, establece el valor de 1 si la respuesta fue correcta y 0 si es incorrecta para Roboto.

Otras etiquetas como: *Key Resp.Rt*, *Key Resp 2.Rt*, *Key Resp 3.Rt* que corresponden al tiempo de respuesta del participante ante cada estímulo, no se tomaron en cuenta para este estudio.

Las etiquetas: *Participante, Age, Genero, Dislexia, Agudeza visual* o *Utiliza lentes*, solo fueron tomadas en cuenta para llevar un registro de los participantes.

El primer resultado, está determinado por el conteo total de errores, este número corresponde a la sumatoria del número de sustituciones y el número de omisiones, como se muestra en la tabla 2:

- La fuente tipográfica Roboto presentó un total de 14 errores.
- Le sigue Open sans que registró un total de 18 errores.
- En el caso de Lato registró un conteo total de 29 errores.

Tipografía	sustituciones	omisiones	total errores
Roboto	13	1	14
Open sans	16	2	18
Lato	23	6	29

Tabla 2. Guerrero. M (2020). *Conteo de sustituciones y saltos por fuente tipográfica.*

El siguiente resultado se refiere al rendimiento global de cada fuente tipográfica. Donde Roboto obtiene el más alto porcentaje con 63.89%, seguido de Open Sans con 55.56 % y Lato con el 36.11% de identificación correcta de caracteres. En cuanto a la identificación de caracteres numéricos el valor más alto corresponde a Open Sans con 83.33%, seguido de Roboto con 69.44% y Lato con 66.67%. En cuanto a la identificación de caracteres alfabéticos el valor más alto corresponde a Roboto con 94.44%, seguido de Open sans con 72.22% y Lato con 69.44%. En esta tabla también se puede observar el porcentaje de omisiones, donde Roboto obtiene el menor valor y Lato obtiene el mayor porcentaje. (Ver Tabla 3).

Tipografía	% dígitos	% letras	% total	% omitido
Roboto	69.44	94.44	63.89	2.78
Open sans	83.33	72.22	55.56	5.56
Lato	66.67	69.44	36.11	16.67

Tabla 3. Guerrero. M (2020). *Porcentaje de identificación correcta por fuente tipográfica.*

El análisis más detallado se encuentra dado en la matriz de identificación de caracteres. La tabla 4 muestra los caracteres confundidos en cada una de las tres fuentes tipográficas y su respectivo porcentaje de identificación correcta. Lo anterior se puede interpretar de la

siguiente manera: el valor dado a los caracteres presentados y los caracteres confundidos se refiere al número de veces que sucedió la sustitución, por tanto el porcentaje correcto será mayor cuando el número de sustituciones sea menor, por ejemplo un carácter que tuvo solo una sustitución, tendrá un porcentaje de 97.22%, mientras que un carácter que tiene un valor de 12 tendrá un porcentaje de 66.67% y así para cada uno de los casos.

Tipografía	carácter	carácter confundido	valor	% correcto
Roboto				
	0	o	6	83.33%
	8	g	1	97.22%
	9	g	4	88.89%
	l	i	2	94.44%
Open sans				
	0	o	5	86.11%
	8	g	1	97.22%
	a	q	1	97.22%
	i	j l	2	94.44%
	l	i 1	5	86.11%
	ñ	n	1	97.22%
	o	p	1	97.22%
Lato				
	0	o	12	66.67%
	l	i	7	80.56%
	b	d	1	97.22%
	m	n	1	97.22%
	n	h	1	97.22%
	p	o	1	97.22%

Tabla 4. Guerrero. M (2020). Caracteres más confundidos y % de identificación correcta por fuente tipográfica.

A partir de los valores de la tabla anterior, se muestra la visualización de datos por medio de una gráfica de tipo *Sunflower Plot* (Dupont y Plummer, 2003), la cuál permite graficar las interrelaciones entre los caracteres mostrados en pantalla y los caracteres reportados por los participantes. Los caracteres reportados por los participantes están representados en el eje de x, mientras que los caracteres mostrados en pantalla se encuentran en el eje y, el número de pétalos corresponde al número de veces que un carácter fue confundido.

Sustitución de números con letras.

- En el caso de Roboto, Open sans y Lato, la sustitución más común de caracteres numéricos y alfabéticos se dio ente el número –0– y la letra minúscula –o–
- Tanto en Roboto y Open sans se encontró la sustitución del número –8– con la letra –g–

- Solo en el caso de Roboto se registró la sustitución del número –9– con la letra –g–

Sustitución de letras con otras letras.

- Para las tipografías Roboto, Open sans y Lato el caso más repetitivo de sustitución entre letras se dio entre la letra minúscula –l– y la letra –i–
- En Open sans se registró la sustitución de la letra –i– con la letra minúscula –l– y la letra –j–
- En Open sans se registró en un caso de sustitución de la letra –a– con la letra –q–, otro de la letra –n– con la letra –ñ– y uno más de letra minúscula –o– con la letra –p–

Sustitución de letras con números.

- En el caso de Open sans, se llega a confundir la letra minúscula –l– con el número –1–

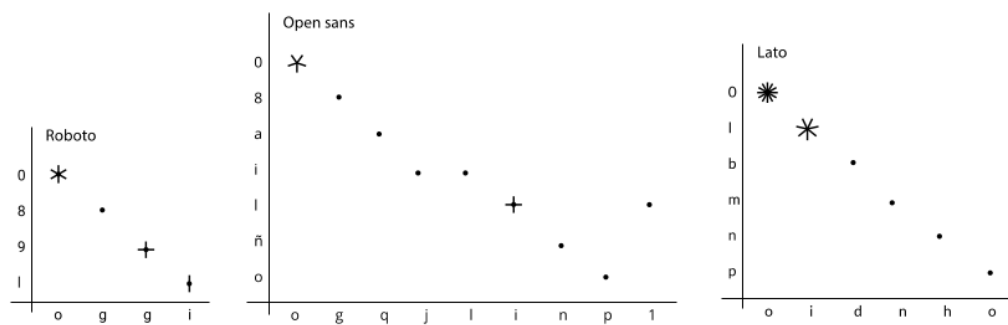


Imagen 4. Guerrero. M (2020). Caracteres más confundidos y % de identificación correcta por fuente tipográfica.

Para comprender la razón del porqué se tienen a confundir algunos caracteres, Willberg y Forssman (2006, p. 21) mencionan que “la letra de forma sencilla no es la de mejor legibilidad, sino la que resulta más inconfundibles”, sin embargo, existen algunos casos en que los caracteres se llegan a confundir, principalmente por la similitud de la forma tipográfica como es el caso de la letra minúscula –l– con la letra –i–, –j– y el número –1–, que estructuralmente guardan similitudes y tienden a confundirse principalmente cuando se perciben durante poco tiempo; otro caso es la sustitución del número –9– con la letra –g– en Roboto, que sucede porque su estructura o esqueleto es más complejo (Beier, Bernard, y Castet, 2018), por tanto existe una mayor similitud entre estos caracteres; de igual manera sucede con el número –8– y la letra –g– en Open sans, esto debido que la letra –g– es tiene un diseño de dos pisos con anillo; en el caso de la letra –n– con la letra –h– en Lato, son

confusas debido a la similitud en sus proporciones y a la corta altura de ascendentes; para el caso de la sustitución del número –0– con la letra –o– si bien las formas no son similares, al presentarse en pantalla de manera aislada, se pierde la noción de proporción y se tiene a sustituir. También se encontró un resultado donde se confundió una letra –b– con una letra –d–, sin embargo, esta sustitución no se tomó en cuenta porque el participante manifestó presentar dislexia con algunas letras en ciertas condiciones.

Conclusiones

La finalidad de este estudio fue estudiar la legibilidad tipográfica de las fuentes tipográficas más populares de *Google fonts*, Roboto, Open sans y Lato. Después de aplicar pruebas de reconocimiento individual de caracteres se concluye que aunque en las tres fuentes tipográficas, puestas a prueba, se encontraron casos de confusión u omisión de caracteres, la tipografía Roboto es la fuente que tiene un mejor rendimiento global con una 63.89% de identificación correcta de caracteres tipográficos y numéricos, seguida de Open sans, que obtuvo un 55.56% de identificación correcta, quedando en último lugar Lato con un 36.11% de identificación correcta de caracteres. También se pudo comprobar que la similitud en el diseño de los caracteres y el reducido tiempo para percibirlos generó un mayor número de confusiones y de omisiones.

El proceso de reconocimiento de la tipografía mediante la relación existente entre los caracteres en su contexto de uso, formando palabras, facilita su identificación; por ello, hay que considerar que el hecho de que los caracteres aparezcan aislados hace más complejo establecer diferenciación entre caracteres que son muy similares en su estructura, ya que, por su semejanza, en el experimento no se alcanzó a discriminar entre números y letras.

Es importante considerar que la legibilidad tipográfica está determinada en gran parte por la percepción de los sensores corporales, en este caso por la vista y cognitivamente por la experiencia previa que el sujeto tenga, por ejemplo, para reconocer algunas sutilezas en el diseño, como las que presenta la letra –g– de dos pisos con anillo y establecer la diferencia con el un número –9– o para distinguir entre un número –0– y una letra –o–, cuando no se tiene ninguna referencia de proporción.

Los resultados arrojados en este estudio solo contemplan la relación de entre los caracteres presentados en pantalla, las respuestas registradas y el resultado de respuestas correctas, para determinar sustituciones y omisiones. Queda abierto para otras investigaciones, el obtener otras interpretaciones a partir de las interrelaciones con las variables de edad, género o tiempo de respuesta.

Referencias

- Alliende, G. F. (1994). *La legibilidad de los textos: Manual para la evaluación, selección y elaboración de textos*. Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Baines, P., y Haslam, A. (2002). *Tipografía: Función, forma y diseño*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Beier, S., Bernard, J., & Castet, E. (2018). Numeral legibility and visual complexity.
- Beier, Sofie, and Kevin Larson. 2010. "Design Improvements for Frequently Misrecognized Letters 1." *Information Design Journal* 18 (2): 118–137. doi:10.1075/ijdj.18.2.03bei
- Dupont, W., y Plummer Jr., W. (2003). Density Distribution Sunflower Plots. *Journal of Statistical Software*, 8 (3), 1 - 5. doi: <http://dx.doi.org/10.18637/jss.v008.i03>
- Chaparro, B. S., A. D. Shaikh, A. Chaparroa, and e. C. Merkle. 2010. "Comparing the Legibility of Six ClearType Typefaces to Verdana and Times New Roman." *Information Design Journal* 18 (1): 36–49. doi:10.1075/ijdj.18.1.04cha
- Google Fonts (24 de agosto de 2020). Analytics. <https://fonts.google.com/analytics>
- Pušnik, N., Podlesek, A., y Možina, K. (2016). Typeface comparison - Does the x-height of lower-case letters increased to the size of upper-case letters speed up recognition?. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 54, 164-169.
- Peirce, JW. (2007). PsychoPy - Psychophysics Software inPython. *Journal of Neuroscience Methods* 162 (1–2): 8–13. doi:10.1016/j.jneumeth.2006.11.017
- Panero, J. y Zelnick, M., *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Estándares antro-po-métricos, Gili, México, 1994.
- Richaudeau, F. (1987). *La legibilidad: Investigaciones actuales*. Salamanca: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Sawyer, D., Wolfe, B., Dobres, J., Chahine, N., Mehler, B., y Reimer, B. (2020) Glanceable, legible typography over complex backgrounds. *Ergonomics* 63:7, pages 864-883.
- Tapia, A., Rivera, D. A., Calles, F., De Buen, J., Sagahón, L., Martínez, G., Martínez, L. y Pérez, M. (2003). *Ensayos sobre diseño tipográfico en México*. México, D.F: Designio.
- Willberg, H. P., y Forssman, F. (2006). *Primeros auxilios en tipografía: Consejos para diseñar con tipos de letra*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Kunz, W. (2003). *Tipografía: Macro y microestética*. Barcelona: Gustavo Gili.

Guerrero Salinas, Manuel: Facultad del Hábitat de la UASLP, Instituto de Investigación y Posgrado, cuerpo académico Vanguardias del Diseño, San Luis Potosí, SLP, México. Correo electrónico: mguerrero@fh.uaslp.mx
orcid.org/0000-0001-8647-4538

Estudio de legibilidad tipográfica de las google fonts: Lato, Open Sans y Roboto.

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

EXCLUIR CITAS	DESACTIVADO	EXCLUIR COINCIDENCIAS	< 1%
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA	ACTIVADO		