

Material complementario

Resultado de la revisión de alcance del artículo:

Alcaraz Martínez R., Ribera Turró, M., Granollers Saltiveri, T. (2020). La accesibilidad de los gráficos estadísticos para personas con baja visión y visión cromática deficiente: revisión de alcance y perspectivas.

Interacción: revista digital de AIPO, 1(1), 59-75

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
1	Adnan, M., Just, M., & Baillie, L. (2016). Investigating time series visualizations to improve the user experience. Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 5444-5455.	Google Scholar	Comparar la efectividad de las visualizaciones de series temporales utilizando codificaciones visuales de posición, color y área e investigar el impacto de los sistemas de coordenadas cartesianas y polares en su efectividad	24 participantes (14 hombres y 10 mujeres) todos con visión normal, ninguno con VCD entre 18 y 44 años.	Reino Unido	Las visualizaciones de series de temporales que usan el color y la posición son más efectivas que las de área para tareas de detección de máximos, mínimos y tendencias. Sin embargo, para la tarea de comparación, las visualizaciones que usan áreas son más efectivas. Las que se basan en el sistema de coordenadas cartesianas son generalmente igual o más efectivas que las polares.
2	Agarwal, S. & Yu, H. (2009). FigSum: automatically generating structured text summaries for figures in biomedical literature. Proceedings of the 2009 Annual Symposium of the American Medical Information Association (AMIA). American Medical Information Association, San Francisco, CA, pp. 6-10.	Google Scholar	Se propone un algoritmo para la generación automatizada de un resumen textual de las figuras gráficas presentes en artículos biomédicos siguiendo el modelo IMRaD (introducción, metodología, resultados y discusión)	-	-	El algoritmo propuesto presenta un mejor rendimiento en la generación de resúmenes que los resúmenes automáticos generados a partir del contenido de las primeras frases de los párrafos ubicados cerca de la figura.

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
3	Albers, D., Correll; M., & Gleicher, M. (2014). Task-driven evaluation of aggregation in time series visualization. Proceedings of the 32nd annual ACM conference on Human factors in Computing Systems, pp. 551-560.	Google Scholar	Sugerir un conjunto de variables de diseño que influyen en el rendimiento en diversas tareas de comparación agregada de series temporales.	582 participantes (386 hombres y 276 mujeres) todos con visión normal, ninguno con VCD	EE. UU.	H1: Visual variables that support preattentive summarization, such as color, will better support summary comparisons for designs where aggregation is not done computationally, whereas visual variables with higher perceptual fidelity, such as position, will better support point comparisons. H2: Mapping variables that explicitly convey relevant statistics (either the exact task statistic or a benchmark statistic, such as the mean when estimating variance) will support more accurate comparisons, but will still be limited by how each statistic is computed and visualized. H3: Computational variables that provide task-aligned discrete aggregation will support more accurate aggregate comparisons than variables which are encoded continuously
4	Albers, D. (2018). Modeling color difference for visualization design. IEEE transactions on visualization and computer graphics, 24(1), pp. 392-399.	IEEE Xplore Digital Library	Medir la percepción en la diferencia de los colores en los tres tipos de gráficos utilizados con más frecuencia: puntos, barras y líneas.	Diagramas de dispersión 81 participantes (30 mujeres y 41 hombre)	EE. UU.	Los resultados indican que las habilidades de las personas para percibir las diferencias de color varía significativamente entre los tipos de marcas. Las marcas

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
				<p>Gráficos de barras 288 participantes (141 mujeres, 146 hombres y 1 DNR)</p> <p>Gráficos de líneas 72 participantes (29 mujeres y 43 hombres)</p> <p>Todos con visión normal, ninguno con VCD</p>		alargadas permiten una mayor discriminabilidad.
5	Alty, J. L. & Rigas, D. (1998). Communicating graphical information to blind users using music: the role of context. Proc. of CHI-98, Human Factors in Com-puter Systems, pp. 574–581.	Scopus	<p>Determinar si la música puede ser utilizada en solitario como elemento para comunicar información de una interfaz gráfica a usuarios ciegos.</p> <p>Analizar la efectividad de AUDIOGRAPH, una herramienta para la comunicación de información gráfica compleja a través del uso de la música.</p>	12 personas ciegas	Reino Unido	<p>Los usuarios podían estimar el tamaño de los objetos gráficos y su forma general con una precisión dentro del 10%</p> <p>El contexto parece jugar un papel importante para ayudar a una comprensión significativa de los diagramas comunicados</p>
6	Alty, J. L., Rigas, D. (2005). Exploring the use of structured musical stimuli to communicate simple diagrams: the role of context. International journal of human-computer studies,	Google Scholar	Mediante una serie de experimentos con una	Entre 21 y 39 personas ciegas	Reino Unido	Los usuarios pudieron interpretar ubicaciones de

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	62(1), pp. 21-40.		plataforma experimental (AudioGraph) se pretende determinar la capacidad de los usuarios ciegos para procesar información musical dirigida a comunicar diagramas simples.	que han adquirido esa condición tras su etapa formativa, todas con estudios superiores y sin conocimientos musicales específicos		coordenadas, formas, tamaños y disposiciones. El contexto perceptivo desempeñó un papel importante en la interpretación de los estímulos musicales estructurados que comunicaban diagramas simples.
7	Ault, H. K., Deloge, J. W., Lapp, R. W., & Morgan, M. J. (2002). Evaluation of long descriptions of statistical graphics for blind and low vision web users. 8th International Conference, ICCHP 2002, pp. 517-526.	Springer Link	Analizar el impacto del uso de textos alternativos, leyendas y descripciones largas en la Web para describir gráficos estadísticos en la accesibilidad de este contenido para personas ciegas y con baja visión.	13 estudiantes de secundaria: 7 con baja visión de entre 12 y 15 años usuarios de magnificadores de pantalla y adaptación de contraste, 6 ciegos de entre 17 y 21 años usuarios de lectores de pantalla.		Las páginas web modificadas presentaron una mejor accesibilidad. Los estudiantes con baja visión no pudieron responder al 9% de las preguntas a partir del contenido original, mientras que respondieron a todas a partir de la información disponible en las páginas revisadas. En el caso de los estudiantes ciegos se pasó de un 53% de preguntas que no se pudieron responder a un 10%.
8	Brown, L. M. & Brewster, S. A. (2003). Drawing by ear: interpreting sonified line graphs. Proceedings of the 2003 International Conference on Auditory Display. Boston, MA: ICAD, pp. 152-156. http://icad.org/Proceedings/2003/BrownBrewster2003a.pdf .	Google Scholar	Descubrir el nivel de precisión con el que las personas videntes podían dibujar bocetos de un gráfico después de escucharlos una versión sonora, así como identificar cualquier diferencia en	6 personas (5 hombres y 1 mujer) videntes estudiantes universitarios. 2 participantes se describieron como músicos y otros dos	Reino Unido	Los resultados muestran una precisión alta (más del 80% de promedio) en todos los casos y no se encontraron diferencias significativas entre instrumentos.

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			el rendimiento cuando los gráficos se presentaban usando diferentes combinaciones de instrumentos.	afirmaron no tener experiencia musical.		
9	Carberry, S., Elzer, S., & Demir, S. (2006). Information graphics: an untapped resource for digital libraries. SIGIR 2006: proceedings of the 29th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval, pp. 6-11.	ACM Digital Library	Analizar una metodología basada en un sistema de inferencia bayesiano para reconocer el mensaje principal de un gráfico de barras simple y analiza el papel potencial del mensaje de un gráfico como información para elaborar resúmenes que mejoren su recuperación en bases de datos y como elemento para la creación de versiones multimodales.	-	EE. UU.	Se concluye que el objetivo comunicativo o el mensaje de los gráficos generalmente no se incluye en el texto de los artículos.
10	Chester, D. & Elzer, A. (2005). Getting computers to see information graphics so users do not have to. Proceedings of the 15th Int'l Symposium on Methodologies for Intelligent Systems (ISMIS), pp. 660-668.	Google Scholar	Mostrar el funcionamiento de un sistema que proporciona acceso a gráficos estadísticos a personas con discapacidad visual a partir de una representación en formato XML	-	EE. UU.	Se muestra como con técnicas relativamente sencillas es posible identificar los componentes básicos de un gráfico y la generación posterior de una representación en formato XML. Las principales dificultades se encuentran al trabajar con gráficos con una

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
						baja calidad de imagen, así como con aquellos que no siguen las pautas de buen diseño.
11	Cleveland, W. S., McGill, R. (1984). Graphical perception: theory, experimentation, and application to the development of graphical methods. Journal of the American Statistical Association, 79(387), pp. 531-554.	Google Scholar	Se analiza el papel de diferentes tipos de marcas y variables visuales (posición, longitud, ángulo, volumen o color) en la percepción y comprensión de un gráfico estadístico	55 y 54 personas de las que no se proporciona más información. Otro experimento en el que participan 51 personas divididas en dos grupos, uno de mujeres y uno de hombres con conocimientos técnicos específicos y otro formado por mujeres y hombres con conocimientos técnicos.	EE. UU.	Los experimentos validan el análisis, pero sugieren ampliar el conjunto de tareas y demuestran que son necesarios cambios profundos en la manera en que se utilizan las marcas visuales para mejorar la percepción gráfica.
12	Cohen R. F., Yu, R., Meacham, A., & Skaff, J. (2005). PLUMB: displaying graphs to the blind using an active auditory interface. Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, pp. 182-183.	Scopus	Presentar el funcionamiento de PLUMB un sistema que muestra un gráfico dibujado en una tableta y utiliza señales auditivas para ayudar a	-	EE. UU.	No se aportan conclusiones, sólo se prevé incorporar usuarios como trabajo futuro e investigar sobre la incorporación al sistema de un stylus.

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			un usuario ciego a navegar por él.			
13	Cohen, W.W., Wang, R., Murphy, R.F. (2003). Understanding captions in biomedical publications. Proceedings of the ninth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 499-504.	Scopus	Se analizan diferentes métodos para crear un sistema de extracción automática de los pies de gráficos en artículos científicos.	Se analizan 100 publicaciones biomédicas en formato pdf y se escoge un gráfico al azar de cada una.	EE. UU.	El sistema que presenta mejor rendimiento es SABWI/NA con una precisión del 94%.
14	Corio, M. & Lapalme, G. (1999). Generation of texts for information graphics. Proceedings of the 7th European Workshop on Natural Language Generation EWNLG'99, pp. 49-58.	Google Scholar	Se describe el funcionamiento de SelTex un sistema automatizado de generación de texto para la creación de pies y resúmenes que acompañen a gráficos de acuerdo con la intención comunicativa del autor.	Se analizan 411 textos en francés publicados en libros de estadísticas	Canadá	A partir del estudio realizado se desarrollan e incorporan nuevas reglas para evitar incluir informaciones poco relevantes en los textos generados. Las principales limitaciones del sistema se encuentran en la poca información disponible en algunos gráficos y en seleccionar el vocabulario adecuado al describir valores (bajo, alto, etc.)
15	Correll, M., Albers, D., Franconeri, S. (2012). Comparing averages in time series data. Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 1095-1104.	Google Scholar	Evaluar la utilidad del color y otras variables visuales para realizar estimaciones de promedios y realizar juicios basados en ellos.	74 participantes (42 mujeres y 32 hombres) de entre 18 y 62 años.	EE. UU.	Los resultados confirman que el color es la variable visual que supera significativamente al resto.
16	De, P. (2018). Automatic data extraction from 2D and 3D pie chart images Proceedings of the 8th International Advance Computing Conference, IACC 2018, p. 20-25.	IEEE Xplore Digital Library	Se describe un algoritmo para el reconocimiento automático de los datos asociados a un gráfico circular en dos y tres	-	India	Los resultados experimentales demuestran que el algoritmo propuesto puede extraer datos de gráficos 2D y 3D con una alta precisión. El trabajo futuro

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			dimensiones, con el objetivo de generar alternativas en forma de tabla.			pasa por mejorarlo minimizando el error al extraer también datos estructurales de los gráficos en 3D, así como datos erróneos de los bordes que separan cada porción del gráfico.
17	Demir, S., Oliver, D., Schwartz, E., Elzer S., Carberry, S., McCoy K. F. (2010). Interactive SIGHT demo: Textual summaries of simple bar charts. ASSETS'10, Proceedings of the 12th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, p. 25-27.	Scopus	Se describe el funcionamiento de Interactive SIGHT, una ayuda técnica que proporciona una descripción textual de gráficos de barras simples disponibles en la Web, así como una interfaz de usuario que permite explorar el gráfico realizando diferentes tipos de consultas.	-	EE. UU.	-
18	Doush, I. A., Pontelli, E., Simon, D., Cao, S. T., & Ma, O. (2009). Making Microsoft Excel™ accessible: multimodal presentation of charts. Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility. New York, NY: ACM, pp. 147-154.	Scopus	Se analiza la manera de interactuar de los usuarios con los gráficos creados mediante Microsoft Excel y se describe un sistema que integra señales auditivas y hápticas mediante un dispositivo Novint Falcon.	-	EE. UU.	Los resultados muestran la importancia de proporcionar un sistema que ofrezca una navegación guiada y señalan la importancia de las señales auditivas para separar las áreas virtuales del gráfico. Como trabajo futuro se pretende incorporar usuarios.
19	Elzer, S., Carberry, S., Chester, D., Demir, S., Green, N., Zukerman, I., Trnka, K. (2007). Exploring and exploiting the limited utility of captions in recognizing intention in	Scopus	Estudiar un corpus de pies de gráficos con el	Se analizan los pies de 100	EE. UU.	Aproximadamente la mitad de los pies contienen alguna

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	information graphics. Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL'05), pp. 223-230.		objetivo de determinar hasta qué punto contribuyen a reconocer el mensaje que el autor del gráfico quiere transmitir. El trabajo es parte de un proyecto más amplio que busca mejorar el acceso de las personas con discapacidad visual a los gráficos.	gráficos.		evidencia que contribuye a comprender el mensaje del gráfico, pero no son suficientes.
20	Elzer, S., Schwartz, E., Carberry, S., Chester, D., Demir, S. & Wu, P. (2008). Accessible bar charts for visually impaired users. Telehealth/AT '08 Proceedings of the IASTED International Conference on Telehealth/Assistive Technologies, pp. 55-60.	Scopus	Se describe el funcionamiento de una extensión de navegador basada en un sistema bayesiano que proporciona un resumen textual del contenido del gráfico que se lee al usuario mediante un lector de pantalla.	10 usuarios con diferentes grados de discapacidad visual (sólo uno capaz de ver los gráficos mediante un magnificador de texto, no utilizado durante el experimento) con diferentes niveles de conocimiento técnico, todos usuarios del lector de pantalla JAWS.	EE. UU.	Para evaluar la utilidad del sistema se utilizan 3 métricas: utilidad (8.2 sobre 10), facilidad de uso (9.1 sobre 10) y facilidad de pulsación de teclas (9.8 sobre 10)
21	Engel, C., Weber, G. (2017). Improve the accessibility of tactile charts. Human-Computer Interaction - INTERACT 2017, pp. 187-195.	Springer Link	Automatizar el proceso de creación de gráficos	71 usuarios de gráficos táctiles	Alemania	Se identifica un flujo de trabajo para la creación de

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			táctiles. Se estudia mediante una encuesta los pasos del proceso y se resumen los requisitos de una aplicación para llevarla a cabo.	(34 ciegos, 7 con baja visión y 30 videntes) con una media de edad de 43 años. Todas las personas ciegas conocen el Braille. Todos utilizan gráficos táctiles en su ámbito laboral. 8 trabajan o estudian en la universidad.		gráficos táctiles basado en 4 pasos. El principal resto es reducir el tiempo de producción y la calidad del producto final. Como trabajo futuro se plantea la creación de una aplicación que automatice el proceso.
22	Evreinova, T. G., Raisamo, R., & Vesterinen, L. (2008). Non-visual interaction with graphs assisted with directional-predictive sounds and vibrations: a comparative study. Universal access in the information society, 7(1-2), pp. 93-102. https://doi.org/10.1007/s10209-007-0105-9 .	Springer Link	Medir y comparar el rendimiento subjetivo registrado con las vibraciones direccionales predictivas respecto el rendimiento logrado al explorar tres imágenes gráficas con señales de sonido predictivo. Otro objetivo es descubrir qué tipo de señales de retroalimentación requieren un menor esfuerzo cognitivo para interpretar su significado.	8 personas videntes diestras con los ojos vendados (4 hombres y 4 mujeres)	Finlandia	Se observaron diferencias significativas en el tiempo dedicado a completar la inspección no visual de los gráficos. Se confirmó el uso beneficioso de las señales de sonido predictivo direccional.
23	Ferraz, R. (2017). Accessibility and search engine optimization on scalable vector graphics. 4th IEEE International Conference on Soft Computing and Machine Intelligence, pp. 94-98.	IEEE Xplore	Analizar las técnicas para la descripción de	Se utilizaron 4 buscadores:	Brasil	El experimento permitió comprobar como los motores

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
		Digital Library	gráficos en formato SVG, así como evaluar la forma en la que los motores de búsqueda indexan este contenido.	Google, Yahoo, Bing y Duck Duck Go para analizar la indexación de un gráfico.		de búsqueda indexaron el título, descripción, texto y el atributo aria-label de los gráficos, demostrando que elementos necesarios para mejorar la accesibilidad de los gráficos también pueden mejorar su posicionamiento.
24	Ferres, L., Verkhogliad, P., Lindgaard, G. Boucher, L., Chretien, A. & Lachance, M. (2007). Improving accessibility to statistical graphs: the InspectGraph system. Proceedings of the 9th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS 2007.	Scopus	Se describe inspectGraph, un sistema que permite generar descripciones breves de un gráfico generado con Microsoft Excel. También una herramienta para que los usuarios puedan realizar consultas y navegar a través de los valores del gráfico.	-	Canadá	-
25	Ferres, L., Lindgaard, G., Sumegi L. & Tsuji, B. (2010). Evaluating a Tool for Improving Accessibility to Charts and Graphs. ACM Transactions on computer-human interaction, 20,5.	ACM Digital Library	Se describe el funcionamiento de la ayuda técnica iGraph-LITE que permite acceder a las personas ciegas a los gráficos de líneas a través de la navegación por sus diferentes componentes.	2 personas con baja visión y tres ciegos legales no congénitos (2 hombres y 1 mujer) todos expertos en estadística que utilizan gráficos en su trabajo diario.	Canadá	Los usuarios fueron capaces de interactuar con la interfaz con una precisión elevada, logrando responder a pregunta relativamente complejas sobre los gráficos. El principal límite del experimento se encuentra en el hecho de no haber probado su utilidad con gráficos más complejos con muchas líneas.
26	Feria, M. (2010). Consejos para la confección de gráficos científicos. Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve, 20, pp. 45-56.	Google Scholar	Se describen los elementos que	-	España	-

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			configuran un gráfico estadístico y se analiza su importancia para lograr una comunicación efectiva.			
27	Franklin, K. M. & Roberts, J. C. (2003). Pie chart sonification. Proceedings on Seventh International Conference on Information Visualization. Los Alamitos, CA: IEEE, pp. 4–9. DOI:10.1109/IV.2003.1217949.	IEEE Xplore Digital Library	Analizar el uso de diferentes variables acústicas (tono, volumen, timbre y posición) para representar aspectos cuantitativos, cualitativos y categóricos en vistas a mejorar la accesibilidad de las personas con discapacidad visual a partir de la implementación y evaluación de 5 diseños.	Un grupo de voluntarios al que se forma previamente en el uso de la herramienta. No se ofrece más información.	Reino Unido	Los resultados muestran la posibilidad para los usuarios de identificar con mayor precisión los valores del gráfico.
28	Fritz, J. P., Barner, K. E. (1999). Design of a haptic data visualization system for people with visual impairments. IEEE Transactions on rehabilitation engineering, 7(3), pp. 372-384.	IEEE Xplore Digital Library	Se describen los fundamentos de un sistema háptico para mejorar la accesibilidad de los gráficos estadísticos para personas con discapacidad visual que incorporar salida de voz y texturas modificables según las características o propiedades del objeto al que se aplican en sustitución del color	-	EE. UU.	Las principales aportaciones son la incorporación de texturas para diferenciar colores y una fuente de luz para presentar los ejes y las líneas de cuadrícula de los gráficos

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			para mostrar variaciones en los datos.			
29	Gao, J. Zhou, Y. & Barner, K. E. (2012). VIEW: visual information extraction widget for improving chart images accessibility. 19th IEEE International Conference on Image Processing Image Processing (ICIP), pp. 2865-2868.	IEEE Xplore Digital Library	Se describe el funcionamiento de VIEW un sistema que extrae automáticamente información de gráficos en formato de mapa de bits con el objetivo de mejorar su accesibilidad.	100 gráficos de barras, 100 circulares y 100 de líneas extraídos de diferentes recursos reales.	EE. UU.	La metodología propuesta logra un 97% de precisión en la identificación de los tipos gráficos, y extrae de manera sólida tanto la información textual como la gráfica. En base a la información extraída, también es posible crear una tabla de datos. Sin embargo, se necesita más trabajo para mejorar el rendimiento del sistema. Primero, para avanzar en la clasificación de imágenes, se deben desarrollar características adicionales (como tener en cuenta las características de los bloques de texto). Además, en la tabla de datos en formato de texto, se deben generar más parámetros para describir completamente los gráficos, por ejemplo, la información textual adicional y los ejes. Finalmente, la capacidad del sistema puede mejorarse ampliando la clase de imagen y considerando gráficos 3D
30	Gies, Ted. (2018). The ScienceDirect accessibility journey: a case study. Learned publishing, 31(1), pp. 69-76.	Google Scholar	Describir los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de	-	Reino Unido	-

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			asegurar la accesibilidad de un artículo científico y, en concreto, los avances realizados por ScienceDirect en este sentido			
31	Goncu, C., Marriott, K., Hurst, J. (2010). Usability of accessible bar charts. International Conference on Theory and Application of Diagrams, Diagrammatic Representation and Inference, pp. 176-181.	Springer Link	Se describe un sistema para mejorar la accesibilidad de los gráficos estadísticos en Excel a partir de su API nativa	14 usuarios (11 hombres y 3 mujeres) de entre 16 y 54 años. 11 usuarios con perfil de analista de datos, consultor de accesibilidad, gerente, ingeniero o informático. 3 usuarios estudiantes de matemáticas.	Australia	Más del 85% de los usuarios pudieron responder las preguntas con más del 80% de corrección. Más del 92% de los usuarios calificaron la solución como fácil o muy fácil. Más del 85% de los usuarios calificaron que la solución "Mejorará" o "Mejorará Altamente" su productividad.
32	Greenbacker, C. F., Wu, P., Carberry, S., McCoy, K. F., Elzer, S., McDonald, D. D., Chester, D., Demir, S. (2011). Improving the accessibility of line Graphs in multimodal documents. Proceedings of the 2nd Workshop on Speech and Language Processing for Assistive Technologies, p. 52-62.	Google Scholar	Describir un sistema para generar de manera automatizada un resumen explicativo del mensaje que intentan transmitir los gráficos de líneas a partir del texto del documento.	-	EE. UU.	El sistema anuncia al usuario la posibilidad de leer el resumen del gráfico cuando éste llega al punto del texto identificado como más relevante para ese gráfico. Como principal línea de trabajo futuro se hace necesario probar el sistema con usuarios ciegos.
33	Gretchen, M. C. (2012). Increasing accessibility for map readers with acquired and	Google	Proponer un algoritmo		EE. UU.	El algoritmo se muestra

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	inherited colour vision deficiencies: a re-colouring algorithm for maps". The cartographic journal, 49(4), pp. 302-311.	Scholar	para mejorar la accesibilidad de los mapas para personas con VCD a partir de su recolorado.			efectivo en la detección de bordes y el recolorado de las diferentes áreas. Debe ser probado con usuarios.
34	Herman, I. & Dardailler, D. (2002). SVG linearization and accessibility. Computer graphics forum, 21,4, pp. 777-786.	Google Scholar	Describir un vocabulario de metadatos orientados a mejorar la accesibilidad para describir el contenido de un fichero SVG.	-	Holanda	Se obtiene una primera versión del lenguaje que debe ampliarse en trabajos futuros.
35	Iglesias, R., Casado, S., Gutierrez, T., Barbero, J. I., Avizzano, C. A., Marcheschi, S., & Bergamasco, M. (2004). Computer graphics access for blind people through a haptic and audio virtual environment. Proceedings. Second International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing, pp. 13-18. DOI: 10.1109/HAVE.2004.1391874.	IEEE Xplore Digital Library	Describir un entorno virtual que combina señales sonoras y hápticas, a través de una interfaz que permite el acceso a personas con discapacidad visual, a diferentes tipos de mapas y gráficos estadísticos (de líneas, de barras y circulares)	52 participantes de las asociaciones RNIB, NCBI y ONCE con diferentes discapacidades visuales (ciegos congénitos, no congénitos, baja visión, etc.) sin especificar más.	España	Los resultados de los estudios con usuarios confirman la validez y el potencial del sistema, aunque algunas características requieren algunos ajustes para crear futuras herramientas utilizables
36	Ina, S. (1996). "Computer graphics for the blind". ACM SIGCAPH Computers and the Physically Handicapped, 5, pp. 16-23.	Google Scholar	Describir un sistema para la generación de alternativas táctiles para gráficos estadísticos basado en el uso de puntos en relieve.	-	EE. UU.	El sistema diseñado es capaz de generar versiones táctiles en relieve de diferentes tipos de gráficos e incluso diferenciar colores que se muestran al usuario utilizando diferentes tipos de patrones.
37	Kallimani J. S., Srinivasa K. G., Eswara R. B. (2013). Extraction and interpretation of charts in technical documents. Proceedings of the 2013 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics, ICACCI 2013, pp. 382-387.	IEEE Xplore Digital	Describir un sistema que, tras procesar individualmente los	25 usuarios identificados como	India	Se ha obtenido un sistema diseñado específicamente para funcionar con Excel

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
		Library	componentes gráficos y textuales de un gráfico, es capaz de generar descripciones automatizadas en lenguaje natural.	potenciales usuarios del sistema sin especificar sus características.		2007. Se ha probado con 200 gráficos generados con Excel y guardados como imagen en formato de mapa de bits con Paint. Los resultados de las encuestas realizadas a los usuarios muestran una satisfacción moderada respecto a la calidad de interpretación del sistema, y alta respecto a la facilidad de uso y naturalidad de la voz utilizada.
38	Kennel, A. R. (1996). Audiograf: a diagram-reader for the blind. 2nd Annual ACM Conference on Assistive Technologies, pp. 51–56.	Scopus	Describir el funcionamiento de una solución multimodal que combina versiones táctiles de los gráficos con información auditiva.	-	Canadá	Las pruebas con usuarios muestran que éstos pueden leer los gráficos en un tiempo relativamente corto.
39	Krufka, S. & Barner K. (2006). A user study on tactile graphic generation methods. Behaviour and information technology, 25(4), pp. 297-311.	Google Scholar	Describir y comparar los diferentes métodos y tecnologías para la creación de versiones táctiles de un gráfico estadístico. Fundamentalmente, gráficos de línea elevada (raised-line) y gráficos en relieve (relief).	20 usuarios (14 videntes y 6 ciegos)	EE. UU.	Los resultados muestran que los gráficos de línea elevada superan a las imágenes en relieve en los tres tipos de tareas planteadas: discriminación, identificación y comprensión.
40	Ladner, R. E., Ivory, M. Y., Rao, R. P. N., & Burgstahler, S. (2005). Automating tactile graphics translation. Assets '05 Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility. New York, NY: ACM, pp. 150-157.	Google Scholar	Describir un sistema para mejorar la generación de alternativas táctiles de	51 personas involucradas en la conversión de gráficos	EE. UU.	No se muestran resultados de los cuestionarios y entrevistas.

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			gráficos estadísticos basado en diferentes componentes encargados cada uno de un proceso distinto (clasificación de imagen, segmentación, simplificación y diseño) También se analizan las prácticas de trabajo actuales a partir de una encuesta.			
41	Mackinlay, J. (1986). Automating the design of graphical presentations of relational information. ACM Transactions on Graphics (TOG), 5, pp. 110-141.	ACM Digital Library	Desarrollar una herramienta que diseñe automáticamente gráficos efectivos que muestren información relacional (de barras, diagramas de dispersión y grafos)	-	EE. UU.	Se proponen atributos como el tono, la saturación o la luminosidad, en vistas a comunicar de la manera más eficiente posible diferentes tipos de variables (cuantitativas, ordinales y nominales) ordenados de mayor a menor eficiencia,
42	Mahmood, A., Sarwar, I. S., y Qazi, K. (2014). An automated approach for interpretation of statistical graphics. Proceedings, 6th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics, IHMSC 2014, pp. 376-379.	IEEE Xplore Digital Library	Describir un sistema para automatizar el proceso de clasificación de imágenes y la extracción de información centrado en los gráficos de área con el objetivo de generar resúmenes en lenguaje natural a partir de diversas plantillas.	-	Pakistán	El sistema desarrollado es capaz de identificar el tipo de imagen y generar un resumen en lenguaje natural. No obstante, el enfoque propuesto sólo se ocupa de gráficos de área simétrica, considerándolos sólo para probar la hipótesis.
43	McGookin, D. K. & Brewster, S. A. (2006). Soundbar: exploiting multiple views in multimodal graph browsing. 4th Nordic Conference on Human-Computer Interaction, pp.	Scopus	Describir un sistema para mejorar la	12 estudiantes universitarios (7	Reino Unido	Los usuarios respondieron correctamente a una

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	145-154.		accesibilidad de los gráficos estadísticos de barras que, además del habla, incorpora dispositivos Phantom Omni -pensados para el modelado 3D-, capaces de captar el tacto, junto con el uso de esquemas de color en alto contraste para aquellos usuarios con algún resto de visión.	hombres y 5 mujeres) de la Universidad de Glasgow de entre 18 y 30 años		significativa cantidad mayor de respuestas con las versiones de los gráficos a través del sistema SoundBar. El tiempo necesario para responder también fue inferior, mostrando a Soundbar como un método más preciso y eficiente para recuperar y comparar información en gráficos de barras en comparación a las representaciones hápticas estándar.
44	Miele, J. A. & Marston, J. (2005). Tactile map automated production (TMAP): project update and research summary. CSUN International Technology and Persons with Disabilities Conference, pp. 14-19.	Google Scholar			EE. UU.	
45	Mittal, V. O., Carenini, G. Moore, J. D., & Roth, S. (1998). Describing complex charts in natural language: a caption generation system. Computational Linguistics, 34, pp. 431-468.	ACM Digital Library	Proponer un marco de trabajo basado en diferentes sistemas para la generación automatizada de pies de imagen en lenguaje natural.	-	EE. UU.	Se obtienen un prototipo que funciona con gráficos y mapas en 2D.
46	Morash. V. S., Russomanno, A., Gillespie, R. B., & O'Modhrain S. (2017). Evaluating approaches to rendering Braille text on a high-density pin display. EEE transactions on haptics, 11(3).	IEEE Xplore Digital Library	Comparar el Braille de punto normal con otro de alta densidad (menor diámetro)	12 personas ciegas adultas (8 mujeres con una media de edad de 37,42 años y 4 hombres) usuarios del Braille como principal medio de lectura.	EE. UU.	Los resultados muestran de en el caso del Braille de puntos de alta densidad, los pines individuales se leyeron con la misma rapidez. No obstante, en configuraciones más complejas, se mostraron menos eficientes.

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
				Todos adquirieron la ceguera con posterioridad a los 5 años. 9 participantes leen con las dos manos, uno con la izquierda y dos con la derecha.		
47	Nazemi, A., & Murray, I. (2013). A method to provide accessibility for visual components to vision impaired. International journal of human computer interaction (IJHCI), 4, 1, pp. 54-69.	Google Scholar	Describir un método para extraer información implícita en los componentes de un gráfico de barras, circular, de líneas y matemático para presentárselo al usuario en formato de audio.	-	Australia	Se obtiene un resumen textual del gráfico que incluye el hipotético mensaje pretendido por el creador y se transmite al usuario mediante un sintetizador de texto a voz.
48	Núñez, J. R., Anderton, C. R., Renslow, R. S. (2018). Optimizing colormaps with consideration for color vision deficiency to enable accurate interpretation of scientific data. PLOS one, 13(7). DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199239 .	Google Scholar	Se describe un sistema para la creación de mapas de color optimizados para que usuarios con visión cromática deficiente logren alcanzar una percepción más precisa de los datos científicos.	Se utiliza el simulador de visión cromática deficiente colorspace.	EE. UU.	Se obtienen diferentes combinaciones de colores adecuadas para usuarios con visión cromática deficiente.
49	Olson, J. M. Brewer, C. A. (1997). An evaluation of color selections to accommodate map users with color-vision impairments. Annals of the Association of American Geographers, 87(1), pp. 103-134.	Google Scholar	Determinar los efectos de la selección del color en la capacidad de lectura de los mapas por parte de personas con	7 pares de mapas con 7 esquemas de colores diferentes, una	EE. UU.	Con la combinación de colores potencialmente confusa, los usuarios con visión cromática deficiente fueron menos precisos y

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			visión normal o deficiente.	versión potencialmente confusa para personas con dificultades para diferenciar el rojo y verde.		tardaron más en responder que los usuarios con visión normal. Con la combinación segura los usuarios con visión cromática deficiente lograron ser tan precisos como los usuarios con visión normal, pero continuaron presentando tiempo de reacción más largos.
50	Pavazza, S., Pap, K. The alternative way of creating infographics using SVG technology. Acta graphica, 23,1-2, pp. 45-56.	Google Scholar	Se describe un sistema para la automatización de creación de infografías a partir de la transformación de un fichero en formato XML a imagen SVG mediante una plantilla XSLT.	-	Croacia	El resultado es más accesible para las personas con discapacidad visual que las imágenes en mapa de bits. Se destaca también la posibilidad de añadir, en fases futuras, animaciones y otros tipos de interacciones con el usuario
51	Post, D. L., Greene, E. A. (1986). Color name boundaries for equally bright stimuli on a CRT: phase I. Society for Information Display, digest of technical papers, 86, pp. 70-73.	Scopus	Analizar la relación entre el diagrama de escala de cromaticidad uniforme y los estereotipos de la población para la denominación de colores con el objetivo de seleccionar una serie de colores con los que se minimice la posibilidad de confusiones entre ellos.	20 personas en edad universitaria (15 hombres y 5 mujeres) con agudeza Snellen 20/20 cercana y lejana, corregida si era necesario y con visión cromática normal.	EE. UU.	Sólo existen ocho colores más el blanco, que los participantes fueron capaces de nombrar de manera consistente con, al menos, un 75% de fiabilidad.
52	Ramloll, R. Yu, W., Brewster, S, Ridel, B., Burtor, M., Dimigen, G. (2000). Constructing sonified haptic line graphs for the blind student: first steps. Proceedings of ASSETS, pp.	ACM Digital	Describir un sistema para crear representar	3 usuarios videntes con los	Reino Unido	Una vez lograda la representación de los

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	17-25.	Library	gráficos lineales mediante la combinación de una alternativa táctil con técnicas de sonificación para mejorar la accesibilidad de estos recursos para las personas ciegas.	ojos vendados y 1 usuario ciego.		gráficos mediante una alternativa que combina una versión táctil y sonora, se pretende permitir al usuario no sólo consultarlos, sino también editarlos. Otra línea de trabajo futuro es ampliar el tipo de gráficos con diagramas de dispersión y tablas.
53	Rotard, M., Otte, K., & Ertl, T. (2010). Exploring Scalable Vector Graphics for visually impaired users. International Conference on Computers for Handicapped Persons, pp. 725-730.	Springer Link	Describir un sistema automatizado para la generación de alternativas táctiles a partir de gráficos en formato SVG para mejorar la accesibilidad de las personas con discapacidad visual.	1 persona ciega miembro del grupo de investigación	Alemania	El prototipo desarrollado muestra toda la información textual disponible en formato XML: títulos, descripciones, forma, colores, valores, etc. Como trabajo futuro que pretende que el prototipo pueda generar la alternativa a partir de un SVG contenido en un fichero HTML, así como de imágenes en formato de mapa de bits.
54	Roth, P., Kamel, H., Petrucci L. S., Pun, T. (2002). A comparison of three nonvisual methods for presenting scientific graphs. Journal of visual impairment and blindness, 96(6), pp. 420-428, https://archiveouverte.unige.ch/unige:47498 .	Scopus	Analizar el uso del soporte de voz, de una presentación cinestésica y de ambas para mejorar la accesibilidad de los gráficos.	4 participantes de entre 20 y 45 años (2 ciegos congénitos y dos con baja visión)	Suiza	Los resultados indican que la combinación de las modalidades de audio y kinestésica puede ser un medio de representación prometedor para mejorar la accesibilidad de los gráficos científicos comunes a las personas con discapacidad visual
55	Walker, B. N., & Nees, M. A. (2005). An agenda for research and development of multimodal graphs. Proceedings of ICAD 05-Eleventh Meeting of the International	Scopus	Describir los principales retos y aspectos	-	EE. UU.	Se sugiere que los estudios que evalúan este tipo de

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	Conference on Auditory Display, Limerick, Ireland. http://sonify.psych.gatech.edu/ags2005/pdf/AGS05_WalkerNees.pdf .		pendientes en la literatura para la creación de gráficos multimodales accesibles.			soluciones utilicen gráficos más complejos, similares a los del mundo real y que los usuarios con discapacidad visual se incorporen a la evaluación.
56	Wall, S. A., Brewster, S. A. (2006). Tac-tiles: multimodal pie charts for visually impaired users. Proceedings of the 4th Nordic conference on Human-computer interaction: changing roles, p. 9-18.	ACM Digital Library	Describir el funcionamiento de un interfaz que proporciona una versión táctil de un gráfico circular mediante una tableta gráfica y un stylus en combinación con verbalización de información y analizar su funcionamiento	6 usuarios con discapacidad visual (5 estudiantes de diferentes carreras universitarias y 1 miembro del equipo desarrollador) de edades entre 16 y 55 años (31 años de media). Todos usuarios habituales de ordenadores. 2 de los usuarios son ciegos congénitos, los otros 4 presentan diferentes grados de baja visión. Todos participaron en un experimento previo.	EE. UU.	Se respondieron correctamente 75 preguntas (89%), mientras que 9 respuestas fueron incorrectas (11%). 4 de los errores se debieron a escuchar mal el lector de pantalla. Se produjeron tres errores cuando los valores de dos porciones de un gráfico eran muy similares. Se produjeron dos errores cuando un participante confundió el mapeo de tono, subvirtiendo los valores alto y bajo
57	Watanabe, T., Toshimitsu Y., Koda, & Minatani, K. (2014). Tactile map automated creation	Springer	Describir el	-	Japón	-

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
	system using OpenStreetMap. International Conference on Computers for Handicapped Persons, ICCHP 2014. Computers helping people with special needs. London: Springer, pp. 42-49.	Link	funcionamiento de un sistema que automatiza el proceso de creación de mapas táctiles a partir de la API de OpenStreetMap.			
58	Weninger, M., Ortner, G., Hahn, T., Druemmer, O. & Miesenberger, K. (2016). ASVG – Accessible Scalable Vector Graphics: intention trees to make charts more accessible and usable. Journal of assistive technologies, 9, 4, pp. 239-246.	Scopus	Describir una técnica denominada por los autores como "árbol de intención" pensada para mejorar la accesibilidad de la información gráfica mediante la integración de información descriptiva y navegacional adicional a los gráficos generados en formato SVG.	-	Austria	Se obtiene un prototipo que permite proporcionar a los usuarios con discapacidad información adicional de cada elemento del gráfico más allá de los textos alternativos y la navegación por tablas de datos tradicionalmente utilizadas como alternativa.
59	Yu, H., Agarwal, S., Johnston, M. & Cohen, A. (2009). Are figure legends sufficient? evaluating the contribution of associated text to biomedical figure comprehension. Journal of biomedical discovery and collaboration, 4(1). https://dx.doi.org/10.1186%2F1747-5333-4-1 .	Scopus	Se analiza la utilidad de los pies de imagen como elemento para comprender el gráfico al que se refieren.	20 personas evaluaron mediante una escala de Likert la utilidad de 3 combinaciones de figura y texto para entender el significado del gráfico.	EE. UU.	Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas cuando el texto completo no está disponible permitiendo solo al 39-68% de los investigadores biomédicos comprender el gráfico. Con el texto completo aumentó al 86-97%
60	Yu, W., Ramloll, R., & Brewster, S. (2000). Haptic graphs for blind computer users. Workshop on Haptic HCI, pp. 41-51. http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.32.4689&rep=rep1&type=pdf .	Springer Link	Con el objetivo de desarrollar una alternativa multimodal para el acceso a gráficos, se discute la disparidad entre la	10 personas videntes (9 hombres y 1 mujer) de entre 20 y 35 años, y 5 personas ciegas	Reino Unido	En las 30 pruebas realizadas para evaluar la capacidad de los usuarios para distinguir las líneas mediante la fricción superficial, la media de respuestas correctas fue de

ID	Referencia	Base de datos	Objetivo del estudio	Tamaño y características de la muestra	Lugar	Resultados, conclusiones o averiguaciones
			percepción háptica humana y la sensación simulada a través de dispositivos de retroalimentación de fuerza.	de entre 30 y 71 años con diferentes niveles educativos.		93,3%. Los usuarios ciegos presentaron una ratio de efectividad superior. En base a los resultados de los experimentos realizados en personas ciegas y videntes, sugerimos dos técnicas: el grabado y el uso de textura para modelar líneas curvas en gráficos hápticos. Se propone la integración de la propiedad de la superficie y las señales auditivas en nuestro sistema para ayudar a los usuarios ciegos a explorar gráficos hápticos
61	Yu W. & Brewster, S. (2003). Evaluation of multimodal graphs for blind people. Universal access in the information society, 2(2), pp. 105-124. https://doi.org/10.1007/s10209-002-0042-6 .	Google Scholar	Describir y analizar el desarrollo de un sistema multimodal basado en la combinación de una representación háptica y sonora para mejorar el acceso de las personas ciegas a los gráficos estadísticos.	15 personas videntes estudiantes de informática de la Universidad de Glasgow.	Reino Unido	Los resultados experimentales han demostrado la usabilidad del sistema y los beneficios del enfoque multimodal para las cuatro tareas propuestas con entre un 86,67% y un 98,89% de aciertos según el tipo de gráfico.