

Identificación de Recursos Digitales de Visualización para la Aplicación de un Modelo de Evaluación en el Taller

Identification of Digital Visualization Resources for Implementation of an Assessment Model in the Studio Course

➤ Bruno Perelli
Universidad de Chile, Departamento de Diseño
bperelli@uchilefau.cl

➤ Eduardo Hamuy
Universidad de Chile, Departamento de Diseño
ehamuy@uchile.cl

➤ Paola de la Sotta
Universidad de Chile, Departamento de Diseño
psotta@uchile.cl

Abstract

OM model for assessment helps to improve teaching practice and student learning in studio courses. A visualization artifact is under development, which addresses need to manage qualitative and quantitative data generated. The aim of present phase is evaluation of different visualization resources. A review of several taxonomies of visualization resources is undertaken. From high-level perspective, design model taxonomy is suitable, as well as mixed methods, related to research by design approach. From low-level taxonomy, evolution of the display modes used in successive prototypes, from Cartesian structure diagrams to radial structure diagrams are analyzed, through iterations of heuristic evaluation.

Keywords: Visualization; Assessment; Design teaching; Research by design

Introducción

Output Mapping (OM), modelo experimental de evaluación ha permitido a docentes ajustar la didáctica aplicada en sus *Talleres de Diseño* y advertir errores en la comprensión de contenidos y explicación de procedimientos. La estrategia OM ha sido validada en años anteriores, aportando evidencias para su idoneidad como recurso semántico y cognitivo para docentes y estudiantes (De la Sotta, 2004; 2006; 2012). Contempla un sistema de valoración de unidades temáticas que se desarrollan a lo largo del año, basado en aprendizajes complejos significativos. Considera parámetros en dominios de competencia (cognitivo, procedimental y actitudinal). Y además, criterios de desempeño específicos para cada uno de los ejercicios que se estimen necesarios para dar respuesta a esos parámetros. Se evalúa con una cartilla el resultado obtenido por el estudiante, cotejando con una rúbrica que evidencia el nivel de logro adquirido en ese criterio. Tras pasada la información de las cartillas, el estudiante puede observar visualmente su nivel de desempeño según el dominio de aprendizaje. El gráfico permite comprender y observar el logro alcanzado y el *territorio* de enseñanza aprendizaje a conquistar durante su tránsito por el Taller.

Adscribimos al término *Visualización* (Ware, 2012) para referirnos a un artefacto que apoya la toma de decisiones a través de la representación gráfica de datos y/o conceptos, considerada como el proceso cognitivo resultante de la interacción con el artefacto de visualización (Chen, 2006, Mazza, 2009). La construcción de esta imagen mental, se apoya en procesos de percepción y estimulación visual (Ware, 2008). A partir de estas distinciones asumimos el diseño de visualización

como una construcción a partir de una extensa colección de técnicas gráficas para el proceso y representación de datos. Resulta un desafío identificar las estrategias y herramientas más apropiadas para representar un determinado tipo de información. Dado que resulta mucho más recurrente el estudio de la visualización de datos cuantitativos (Chen, 2006; Mazza, 2009; Ware, 2012) que el de información cualitativa, el diseño de un artefacto de visualización para este caso presenta un desafío adicional.

Problema y objetivos

En instancias iniciales se probaron empíricamente interfaces para representar el proceso de los estudiantes de taller a través de gráficos de líneas, barras, líneas de tendencias y gráficos radiales (De la Sotta, 2004; 2006; 2012). La revisión de la literatura, dejó en evidencia la existencia de varios otros recursos de visualización posibles (De la Sotta, Hamuy, & Perelli, 2013) y la existencia de enfoques metodológicos para la evaluación y diseño de dichos artefactos (Tory; 2014). Considerando lo anterior, se propuso avanzar en el desarrollo en el largo plazo, que permita a los diferentes actores participantes visualizar el proceso de enseñanza- aprendizaje del estudiante durante su tránsito por el taller a través del diseño de una herramienta computacional. Como artefacto debe apoyar la toma de decisiones de modo efectivo (Ware, 2013) y requiere que la serie de datos o conceptos recabados puedan transformarse en información que haga sentido y sea fidedigna, tanto para los usuarios como para el diseñador de la visualización (Tory, & Möller, 2004; Tory, 2014).

Por tanto, el problema actual se presenta como la necesidad de determinar ¿cuál o cuáles recursos visuales hacen mayor sentido a los usuarios y son fidedignos al cuerpo de datos?

Metodología

Enfoque basado en diseño

Reconocemos suscribir a la noción de que el desarrollo de una visualización es un proceso de diseño. La investigación basada en diseño está orientada por una modalidad de construcción del conocimiento que incorpora el razonamiento abductivo, movilizándolo y transfiriendo el pensamiento entre el propósito requerido —o función— y las formas apropiadas para que un objeto pueda satisfacer ese propósito. Este abordaje puede entenderse dentro de un paradigma pragmático, donde el reto es encontrar una solución adecuada (Cross, 2011).

Revisión de las taxonomías

Una exploración de la literatura sobre las taxonomías de visualización, nos permitió llegar a conocer diversos enfoques. Se revisaron estudios (Aigner, Miksch, Schumann, & Tominski, 2011; Burch & Weiskopf, 2014; Draper, Livnat, & Riesenfeld, 2008; Tory & Möller, 2004; Ware, 2012) que han emprendido el reto de la meta-evaluación de visualización en la última década, algunos más centrados en la discusión conceptual del proceso de generación y otros más centrados en el análisis morfológico de las estructuras de datos o las morfologías visuales.

Tory y Möller (2004) hacen un examen exhaustivo a partir de la pregunta ¿Qué distingue a la visualización científica de la visualización de información? Desechan esta distinción tradicional como criterio insuficiente para una taxonomía útil y actualizada. Distinguen entre los enfoques de *nivel bajo* (*low-level*) y de *nivel alto* (*high-level*).

Luego Tory y Möller se ocupan de aquellas taxonomías, que según ellos son las más utilizadas, en función del tipo de datos involucrados, las que serían categorías de nivel bajo. Categorías de esta perspectiva incluyen: tanto dimensionalidad de los valores de los datos, como el número de variables independientes/dependientes o su naturaleza discreto/continuo o nivel de medición (nominal, ordinal, intervalar o de razón). También pueden estar basadas en la estructura de datos y metadatos, estilo de visualización o su desempeño en tareas genéricas de información. Sin embargo Tory y Möller son cautelosos acerca de la asignación de validez a todo evento a estas taxonomías, con argumentando que los datos se someten a procesos de interpretación significativa durante las fases de visualización.

Favorecen una perspectiva novedosa para una taxonomía, como es la incorporación de la dimensión de diseño en el análisis de las diferentes categorías de visualización. Desde esta perspectiva, objetivos se emparejan con los medios adecuados (técnicas), con los objetivos particulares (el propósito y la naturaleza del conjunto de datos), por lo que esta sería una categoría de alto nivel. Con esta consideración, construyen un modelo de visualización que se compone de *Objeto de Estudio* (qué se está describiendo y

dónde obtenemos los datos), los *Datos* (Dichas medidas, valores o descripciones sobre la cosa), el *Modelo de Diseño* (los supuestos sobre el objeto de estudio y los datos que determinan la elección del algoritmo para la visualización de los datos) y un *Modelo de Usuario* (los supuestos sobre el objeto de estudio). Por último, la *Representación* de los datos, transformada por el modelo de diseño y percibida por los usuarios a través de su propio modelo cognitivo.

La otra referencia de nivel alto que elegimos, es Jackson et al. (2012), quienes abogan por un nuevo énfasis en el empleo de procesos propios del dominio del diseño, como un modo formal de evaluación para visualizaciones de datos. Después de emplear el dibujo, la crítica, y otras técnicas de diseño, llegaron a la conclusión de que estas actividades fueron altamente valiosas, como estrategia eficaz para evaluaciones tanto de proceso como de resultado final, a menudo proporcionando información mucho más detallada sobre sus sistemas de visualización que la obtenida a través de estudios de usuarios y técnicas más tradicionales aplicadas por la comunidad especializada en visualización. Por tanto ha sido reconocido como adecuado en el ámbito de la evaluación de la visualización, en términos de su eficacia y eficiencia para el desarrollo y evaluación de una interfaz de visualización.

Así, desde una perspectiva de nivel alto, hemos adoptado la taxonomía modelo de diseño para el análisis, así como el enfoque de métodos mixtos. Ambos se ajustan a un enfoque de investigación basada en diseño.

Continuamos nuestra revisión, ahora desde un nivel bajo, con el examen de las tipologías de los modos de visualización. Hay literatura (Burch & Weiskopf, 2014; Draper et al., 2008) que emprende esta tarea, sin embargo, nuestro foco principal fue la comparación entre los diagramas cartesianos y radiales, ya que los primeros prototipos de visualización OM, desarrollados en años anteriores, precisamente habían evolucionado a partir de representaciones cartesianas de datos hacia representaciones radiales. Con este propósito, Draper et al. —por un lado— proporcionan un panorama muy completo y detallado de los diagramas radiales. Por otro lado, Burch y Weiskopf se centran en comparar las fortalezas y debilidades de estas dos tipologías generales de representación.

Crítica de prototipos

La fase siguiente ha sido la generación de conceptos, bajo principios de iteración de prototipado temprano. Nuestro trabajo ha involucrado la creación de sucesivas iteraciones de maquetas interactivas, desarrolladas a través *Highcharts* (<http://www.highcharts.com/>) escrita en JavaScript. Se han abarcado una serie de diagramas de estructura cartesianas y diagramas de estructura radial (ver Figs. 1-5). Hasta ahora hemos hecho un proceso de evaluación preliminar basada en sesiones de crítica como método heurístico, principalmente entre dos de los investigadores y la docente investigadora que aplica OM. Las siguientes etapas de evaluación se llevarán a cabo al someter una selección de prototipos a pruebas de usuarios (profesores y estudiantes).

Frente a los criterios establecidos anteriormente, hemos desarrollado una serie de prototipos como alternativas de representación de los datos generados durante una actividad de evaluación

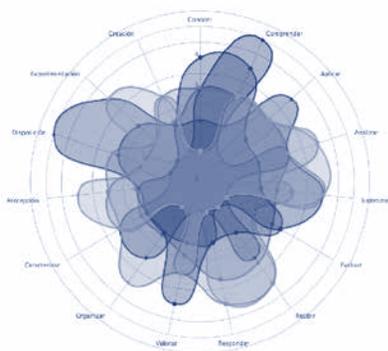


Figura 1: P-0 "Ameba". Elaboración propia.

durante un curso de estudio de diseño. Los datos especifican el rendimiento de cada estudiante y el resultado promedio de todo el curso. Inicialmente nuestros esfuerzos se centraron en ajustar los prototipos anteriores creados por la profesora que había desarrollado y aplicado OM a su curso de taller (Fig. 1). Sin embargo, conforme el avance en el proceso, llevó al equipo a enfrentarse a la necesidad de desarrollar muchas más propuestas (Fig. 2-6) de visualización de los datos ya generados por las actividades de clase, impulsados por tres preguntas: *¿Qué datos queremos visualizar?* *¿Por qué queremos visualizarlos?* *¿Y cómo queremos visualizarlos?* (Aigner et al., 2011).

Los prototipos corresponden a dos grandes categorías: radial (Figs. 1-2 y 4-5) y cartesiano (Fig.3), con base en las observaciones planteadas por Burch y Weiskopf (2014). Cada uno de estos prototipos implementa diversas características de visualización que se centraron en los tres niveles que según Aigner et al. (2011) deben considerarse al diseñar un interfaz de visualización de datos: expresividad, eficacia y adecuación.

Expresividad es mostrar exactamente información contenida en los datos; nada más y nada menos. *Eficacia* considera el grado en que la visualización apela a las capacidades cognitivas y perceptuales y a desarrollar la tarea en cuestión e información relacionada con el contexto, para obtener representaciones intuitivamente reconocibles e interpretables. La *Adecuación* implica una relación costo-beneficio del proceso de visualización con respecto al logro de una tarea.

Resultados

Las figuras dan cuenta de la segunda fase metodológica. A pesar de algunas limitaciones técnicas, los prototipos permiten una mayor claridad acerca de las fortalezas y debilidades de cada propuesta visual de interfaz, lo que nos permite ajustar aspectos morfológicos con criterios de eficacia, expresividad y adecuación a través de evaluaciones heurísticas de los diseñadores.

Prototipos

La evolución de distintas propuestas de herramientas de visualización para OM (16 en total), refleja entendimiento creciente del fenómeno a visualizar, un proceso reflexivo, donde la dimensión del *Cómo* retroalimentaba el *Qué* y *Para qué*. Y viceversa, la claridad sobre contenido y función retroalimentó la morfología. El primer prototipo P-0 (Fig.1) —"ameba"— intenta instrumentalizar el

proceso de evaluación de OM. Nuestra meta inicial fue ingresar datos para cada criterio y poder generar una interpolación entre cada uno de estos de forma de mapear el *territorio conquistado* por el individuo. Si bien se veía prometedor y estéticamente atractivo, presentó serios problemas al momento de interpretar datos. La forma (contorno y área) que representa los niveles de logro (tanto en un solo individuo o en la superposición de varios) generaba datos falsos para el entendimiento del usuario al interpretar la visualización. Por una parte, debido a que la interpolación entre criterio y criterio se presentaba a partir de curvas, que si bien daban un agradable efecto orgánico, aumentaba el área de conquista de cada criterio. Por otra parte, la superposición entre actividades, dificultaba la lectura debido a la superficie de información generada por las diferentes evaluaciones realizadas.

P-1 (Fig.2) representa a OM de modo más fidedigno, a partir de interpretación cromática: sectorizamos las tres dimensiones que OM evalúa y reforzamos la interpretación cualitativa del instrumento con una gradiente de negro a color a medida que su nivel de logro era superior. Eliminamos la curvatura de contorno, para precisar el *territorio conquistado*. Eliminamos el relleno de cada territorio dejando solo un perímetro limpio por actividad. La interpolación presentaba dos grandes problemas. Por una parte declara una correlación entre los distintos criterios de evaluación pese a corresponder a dimensiones totalmente distintas. Cada punto es por una parte, una medición discreta de un nivel de medición nominal (la dimensión y su criterio de desempeño específico). Y por otra, se nos hizo evidente en P-1 que el primer criterio específico de cada dimensión compartía límite con la dimensión anterior, por tanto su ubicación generaba una asociación con una dimensión a la cual no pertenecía.

P-2 y P-3 (Fig.2 incluye solo P-3) si bien muy similares entre sí, han agregado un nuevo elemento de carácter cualitativo. En su nivel más alto de desempeño por criterio, el punto aumenta su tamaño y de modo inverso cuando el desempeño se acerca al mínimo, el punto reduce su tamaño considerablemente. P-3 nos permitió resolver el problema de los criterios limítrofes entre dimensiones dejando clara la pertenencia de cada criterio a su dimensión sin inducir al usuario a creer que se enfrenta a criterios mixtos o de transición entre las dimensiones. No obstante, aún la interpolación entre criterios seguía siendo el único recurso para representar el logro del individuo.

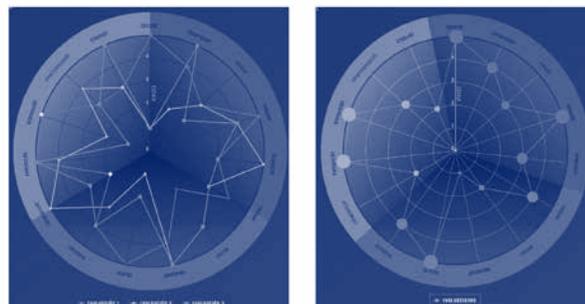


Figura 2: P-1 (Izquierda) y P-3 (Derecha). E.P.

P-4 y P-5 (Fig.3) marcan divergencia respecto de la visualización radial anterior. El proceso de evolución de OM usó inicialmente un apronte y acercamiento a tipologías cartesianas, expresadas en gráficos de barra o líneas de tendencia. Se plantea un cambio de nD (multivariables) a $2D$ (solo dos ejes cartesianos). Este cambio permitió evaluar los pros y contras entre gráficos radiales y cartesianos. Los resultados eliminan la interpolación entre criterios, marcó efectivamente el *territorio conquistado*, sin restar autonomía y pertinencia a cada criterio. De esta forma, *conocer* o *valorar*, se representan con colores correspondientes a su dimensiones, al mismo tiempo las columnas delimitan un nivel de territorio conquistado. Este cambio en la visualización, soluciona el problema de representación de logros alcanzados por el sujeto, lo que introduce un nuevo set de datos correspondiente a la media de desempeño del taller. Permite comparar al sujeto, su nivel de crecimiento o decrecimiento. No obstante, el paso de nD a $2D$, significa perder la representación agrupada de la totalidad de criterios evaluados. Si bien la representación cartesiana también logra esa agrupación, dificulta entender que los criterios presentados corresponden todos a una sola actividad desempeñadas por el mismo sujeto. La comparativa que se genera entre el sujeto y la media del taller es más difícil de comprender en un artefacto $2D$ que nD . El trabajo realizado en P-4 y P-5 rescata un recurso que se implementaría en los prototipos consecutivos: cambiar la representación del dato de punto a columna, en un entorno de visualización radial.

P-6 y P-7 (Fig.4) toman las columnas como recurso de visualización para cada criterio de desempeño. Volver a un entorno radial efectivamente permite apreciar al sujeto como un todo, pero al mismo tiempo la visualización vuelve a ser selectiva en sus tres dimensiones y sus criterios, recursos que anteriormente eran

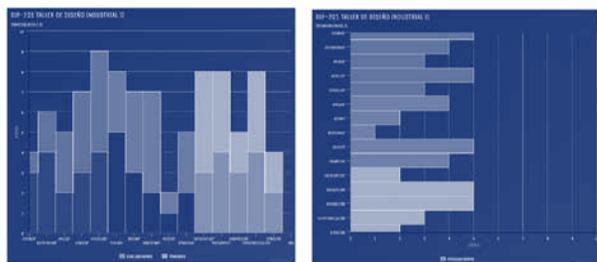


Figura 3: P-4 (izq.) y P-5 (der.) planteamiento cartesiano. E. P.

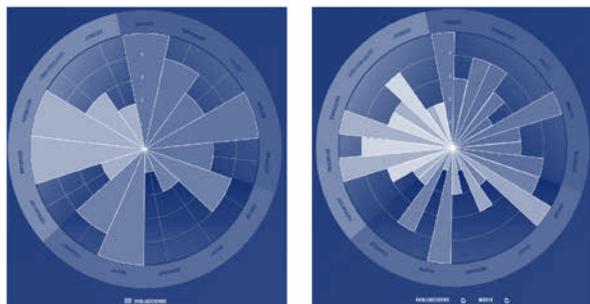


Figura 4: P-6 (izq.) y P-7 (der.) retoman el trabajo radial. E. P.

funcionales como la gradiente radial de fondo que ubicaba la al sujeto según su nivel de desempeño, ahora queda cubierta por las columnas y pierde sentido como recurso, enfocando el nivel de desempeño en el dato y no en el mapa. Por otro lado, la comparativa con la media del curso es más clara y entendible ya que cada criterio comparte dos columnas, una del sujeto e inmediatamente después la columna de la media del taller. Es en estos prototipos que damos solución a una problemática arrastrada desde la génesis del proyecto: la superposición de datos entre actividades.

Declaramos, que el superponer una actividad sobre otra dificultaba la lectura e individualización del desempeño del sujeto para dos actividades distintas. La solución se encontró al establecer transiciones animadas entre actividades, de esta manera, se logró evidenciar el crecimiento, decrecimiento o estabilidad en cada criterio del sujeto a través de variadas actividades. Este recurso novedoso evidencia un factor temporal en el artefacto.

P-8 y P-9 (Fig.5) son prototipos centrados en totalizar la evolución de las herramientas desarrolladas para OM. P-8 cambia un elemento que habíamos pensado desechar, la gradiente de fondo que ubicaba cromáticamente el nivel de desempeño y que al pasar a una visualización en columnas perdida. P-8 introduce una segmentación por niveles más clara, la valoración dada a cada punto obtenido por criterio. La ubicación de los puntos de información, si bien ha sido desecheda como representación obtenida, funciona adecuadamente al momento de desplegarse sobre el mapa radial. ¿Cómo adaptar la aplicación de columnas bajo este sistema? P-9, como prototipo da respuesta a esa incógnita.

Decidimos mantener la escala de niveles de fondo y reducir la opacidad del relleno de columna para marcar el logro de avance, siendo más exacta la presentación de datos. De esta manera, la aplicación de la gradiente volvía demasiada subjetiva la ubicación del punto y además, la columna la tapaba. Finalmente se engrosó el perímetro de cada columna de forma tal que el sujeto pueda percibir el territorio conquistado sin perder de vista el desempeño en cada criterio y el nivel de logro entre actividades.

Discusión

Se desarrollarán e implementarán instrumentos de evaluación que cotejen el nivel de comprensión en los estudiantes que apliquen OM en un grupo de Taller de Diseño, 2º año. Se analizarán resultados para establecer su nivel de adecuación. Se espera obtener mediciones

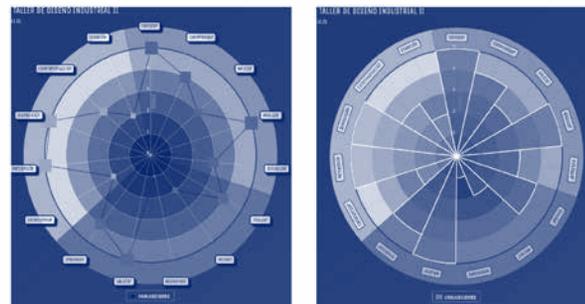


Figura 5: P-8 (izq.) y P-9 (der.) E.P.

y apreciaciones de usuarios (estudiantes y docentes) que permitan comparar los diferentes prototipos de acuerdo a los criterios de usabilidad: efectividad, eficiencia, adecuación, utilidad percibida, facilidad de aprendizaje y facilidad de recordación. Estos datos nos permitirán seleccionar el o los tipos de recursos de visualización que puedan ser implementados y evaluados en las siguientes iteraciones en el desarrollo del instrumento de visualización OM.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile por su soporte a través del Concurso de Proyectos de Investigación 2013 y el fondo FEPAEI 2014.

Referencias

- Aigner, W., Miksch, S., Schumann, H., & Tominski, C. (2011). *Visualization of Time-Oriented Data*. London: Springer London. doi:10.1007/978-0-85729-079-3
- Burch, M., & Weiskopf, D. (2014). On the Benefits and Drawbacks of Radial Diagrams. En *Handbook of Human Centric Visualization*, Huang, W. (Ed.) New York, New York, USA: Springer New York, 2014, pp. 429–451.
- Cross, N. (2011). *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work* (p. 166). Oxford, UK: Berg.
- Chen, C. (2006). *Information Visualization: Beyond the Horizon* (2nd ed., p. 332). Springer. doi:10.1007/SpringerReference_6313
- De la Sotta, P. (2004) Informe Final: Un modelo de evaluación para la visualización del proceso de enseñanza - aprendizaje en el estudiante de diseño. Concurso Proyectos Investigación y Experiencias Docentes, MECESUP UCH 0217 (No publicado).
- De la Sotta, P. (2006) Informe Final: Un modelo de evaluación para la visualización del proceso de enseñanza - aprendizaje en el estudiante de diseño. II parte 2005-2006. Concurso Proyectos Investigación y Experiencias Docentes, MECESUP UCH 0217 (No publicado).
- De la Sotta, P. (2012) Output Mapping. Documento presentación defensa para optar a Magíster en Didáctica Proyectual, Univ. del BíoBío, Concepción, nov. 2012. (Comunicación personal).
- De la Sotta, P. (2013) Output Mapping: Modelo de evaluación del proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de Taller. *IV Congreso de Enseñanza del Diseño Univ. de Palermo*. 29-31 julio, B. Aires: Argentina
- De la Sotta Lazzarini, P., Hamuy Pinto, E., & Perelli Soto, B. (2013). Diseño de Aplicación en Base a Modelo de Evaluación del Proceso de Enseñanza Aprendizaje en El Taller. En M. Bernal & P. Gómez (Eds.), *SIGraDi 2013. Proceedings of the 17th Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics: Knowledge-based Design* (pp. 547–550). Valparaiso, Chile: USM Editorial.
- Draper, G. M., Livnat, Y., & Riesefeld, R. F. (2008). A survey of radial methods for information visualization. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 15(5), 759–76. doi:10.1109/TVCG.2009.23
- Jackson, B., Coffey, D., Thorson, L., Schroeder, D., Ellingson, A. M., Nuckley, D. J., & Keefe, D. F. (2012). Toward mixed method evaluations of scientific visualizations and design process as an evaluation tool. In *Proceedings of the 2012 BELIV Workshop on Beyond Time and Errors - Novel Evaluation Methods for Visualization - BELIV '12* (pp. 1–6). New York, USA: ACM Press. doi:10.1145/2442576.2442580
- Mazza, R. (2009). *Introduction to Information Visualization* (p. 139). London: Springer London. doi:10.1007/978-1-84800-219-7
- Tory, M. (2014). User Studies in Visualization: A Reflection on Methods. En W. Huang (Ed.), *Handbook of Human Centric Visualization* (pp. 411–426). Springer. doi:10.1007/978-1-4614-7485-2_16
- Tory, M., & Möller, T. (2004). Rethinking Visualization: A High-Level Taxonomy. In *Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization* (pp. 151–158). Washington, DC, USA: IEEE Computer Society. doi:10.1109/INFOVIS.2004.59
- Ware, C. (2008). *Visual Thinking: For Design*. (S. Card, J. Grudin, & J. Nielsen, Eds.) *Ergonomics* (Vol. 53). Morgan Kaufmann.
- Ware, C. (2012). *Information Visualization: Perception for Design* (Interactive Technologies) (3rd ed.). Morgan Kaufmann.