

Mejoramiento de la Exploración Visual de Bases de Datos Mediante Transformaciones de Vistas

Carlos E. Alvez¹, Silvia M. Castro², Sergio R. Martig²

¹ Facultad de Ciencias de la Administración
Universidad Nacional de Entre Ríos
Avda. Monseñor Tabella 1424 -3200 – Concordia, Argentina
caralv@ai.fcad.uner.esu.ar

² Dpto. de Ciencias de la Computación
Universidad Nacional del Sur
Avda. Alem 1253 -8000 - Bahía Blanca, Argentina
{[smc](mailto:smc@cs.uns.edu.ar), [srm](mailto:srm@cs.uns.edu.ar)}@cs.uns.edu.ar

Resumen

Un punto realmente crítico de las visualizaciones está dado por el hecho que la vista a generar está limitada al tamaño del dispositivo de mostrado. En ese espacio fijo de mostrado se puede representar visualmente, de manera efectiva, una cierta cantidad de tuplas o de información presente en las tuplas. Este es el escenario común a toda visualización, decidir qué mostrar y cómo mostrarlo para poder transmitir visualmente la mayor cantidad de información de una manera que sea percible por el usuario. En respuesta al problema planteado se presentan las llamadas interacciones de transformación de vistas. Este tipo de interacciones intentan proveer al usuario una *vista general* de sus datos y brindar el *detalle bajo demanda* para llevar a cabo exitosamente el proceso de exploración. Según las estrategias utilizadas para proveer una vista general y el detalle solicitado podemos agruparlas en: Técnicas relacionadas con el Foco + Contexto y las que Relacionan Múltiples Vistas. En este trabajo se presentan varias técnicas tradicionales de visualización de información de uso frecuente en la visualización de bases de datos y se presentan nuevas alternativas que permiten potenciar su efectividad al complementarlas con las interacciones adecuadas.

Palabras claves: Visualización de Bases de Datos - Visualización de Información - Visualización - Interacción

1 Introducción

En un proceso típico de visualización se va pasando por los sucesivos estados y transformaciones en la secuencia presentada en el Modelo Unificado de Visualización (MUV) [13] teniendo la posibilidad de interactuar en cada punto del modelo. Una vez obtenida una primera vista, como realimentación visual de los pasos previos, el usuario puede interactuar con la misma. Una vez generada una vista las interacciones efectuadas sobre la misma pueden afectar estados de datos anteriores en el MUV, determinando una nueva ejecución del mismo a partir del punto modificado. En otras palabras el proceso de visualización puede pensarse como una secuencia iterativa de transformaciones controladas por el usuario.

El objetivo del proceso de visualización es lograr un *insight* en los datos por medio de un proceso exploratorio. El conocimiento del espacio de datos explorado se logra interactuando sobre los datos y/o sobre las vistas, obteniendo de esta manera representaciones que evidencian determinadas características del espacio de datos.

En la próxima sección se analizarán los problemas típicos que deben enfrentarse en una visualización a nivel de las vistas, así como también las interacciones características que intentan solucionar o paliar sus consecuencias. Luego se presentan cuatro técnicas representativas de visualización aplicables a bases de datos, y finalmente se muestra cómo se complementaron las mismas con las interacciones sobre las vistas que se consideraron adecuadas en cada caso. En estas

aplicaciones se presentan ejemplos con datos históricos del Servicio de Obra Social de la Universidad Nacional del Sur (SOSUNS). Finalmente se presentan las Conclusiones y el Trabajo Futuro.

2 Interacciones sobre la vistas

Usualmente el usuario de una herramienta de visualización realizará la mayoría de las transformaciones a nivel de la o las vistas generadas. Si bien como resultado de estas interacciones pueden verse afectados los distintos estados intermedios del MUV en este trabajo nos concentraremos principalmente en la repercusión que determinado tipo de interacciones tienen sobre las vistas.

Las interacciones del usuario sobre las vistas posibilitan la modificación, de manera interactiva, de las representaciones visuales creadas a partir de los Datos Mapeados Visualmente [3, 12]. La necesidad de contar con este tipo de interacciones surge precisamente de la naturaleza del proceso de visualización. Pensando las visualizaciones como procesos claramente interactivos que, a través de representaciones visuales de los datos generadas por computadoras, posibilitan su exploración al usuario; es evidente la necesidad de proveer a éste un conjunto de herramientas o interacciones que le permitan concretar la tarea propuesta.

Un punto realmente crítico de las visualizaciones está dado por el hecho de que la vista a generar está limitada al tamaño del dispositivo de mostrado. En ese espacio fijo de mostrado se puede representar visualmente una cierta cantidad de tuplas, o de información presente en las tuplas, de manera efectiva. Este es el escenario común a toda visualización, decidir qué mostrar y cómo mostrarlo para poder transmitir visualmente la mayor cantidad de información de una manera que sea percible por el usuario.

Es en respuesta al problema planteado que surgen las llamadas interacciones de transformación de vistas. Schneiderman enfatiza en su mantra “...*overview first, details on demand...*” [3]. En otras palabras establece la conveniencia de ofrecer al usuario una *vista general* de sus datos y brindar *detalle bajo demanda*. Es claro que ese detalle puede directamente estar ausente en la vista general, por lo que la provisión del detalle no necesariamente es un problema geométrico, sino que puede demandar un cambio de representación. Encontrar las estructuras visuales para lograr ese objetivo no es un problema trivial; decidir cuáles de los atributos presentes en las tuplas se mostrarán en esa primera vista general, y de qué manera para que todos los ítems de datos puedan estar presentes es un desafío que tratan de resolver las llamadas técnicas de vista general. Una vez mostrada la vista general, el problema se traslada a satisfacer los requerimientos de detalle. En este contexto nuevamente el recurso crítico, el espacio de mostrado, es finito y además se tiene el agravante de ofrecer tiempos de respuestas interactivos.

Según las estrategias utilizadas para proveer una vista general y el detalle solicitado podemos agruparlas en: Técnicas relacionadas con el Foco + Contexto y las que Relacionan Múltiples Vistas.

2.1 Técnicas relacionadas con el Foco + Contexto

Estas técnicas brindan distintas maneras de proveer al usuario el detalle solicitado (*foco*) sobre una determinada región de la vista general (*overview*). Es decir posibilitan que el usuario haga foco en una determinada región del espacio de información. Según cómo se brinde ese foco y lo que suceda con la vista general podemos distinguir: las técnicas que proveen detalle separado de la vista principal y las que integran el detalle con la vista principal.

2.1.1 Técnicas que proveen detalle separado de la vista principal:

Una alternativa es proveer el detalle en una región separada del display. Ejemplo de este tipo de interacciones son el *Zoom Geométrico* y el *Zoom Semántico*:

- *Zoom Geométrico*: Como resultado de la aplicación de este tipo de interacciones se magnifica una región de la vista general; la obtención de una zona ampliada permite que el usuario pueda

percibir mejor los detalles presentes en la vista general. La región magnificada puede presentarse en la misma vista, determinando qué parte de la información presente en la misma desaparece, o en una ventana independiente, originando problemas de oclusión.

- *Zoom Semántico*: En un zoom semántico el detalle puede contener información que estaba directamente ausente en la vista anterior, proveyéndose en el detalle información adicional sobre los ítems de interés. Se deben enfrentar los mismos problemas que en el caso anterior. Como el espacio de mostrado es finito las alternativas son brindar directamente el detalle perdiendo la vista general, o la generación de ese detalle en una vista adicional que para su mostrado se superpondrá en mayor o menor grado con la vista general.

Como ejemplos de aplicación de *zoom semántico* en la visualización de bases de datos se tiene el *Buscador de Películas (The FilmFinder [1])*. Algunas recomendaciones sobre el uso del zoom se presentan en [16].

2.1.2 Técnicas que integran el detalle con la vista general:

En las técnicas anteriores la obtención del detalle determina pérdida de contexto. Las técnicas llamadas de Foco + Contexto, intentan paliar ese efecto negativo logrando la integración del detalle dentro de la vista general. Esa integración demanda un rediseño de la vista para obtener mayor espacio de mostrado para la zona de detalle, debiendo reducirse el área destinada a las zonas restantes. Esta integración del detalle con la vista general puede lograrse de distintas maneras; algunos ejemplos son:

Lentes: La aplicación de lentes sobre determinadas regiones de la vista general provocan una deformación del espacio de mostrado, magnificando la zona destinada al foco y demagnificando el contexto. En la fig. 1 se muestra una comparación de dos tipos de lentes: el *Lente Bifocal* [11, 14] y el *Ojo de Pez* [6].

Al distorsionar la vista inicial el usuario puede desorientarse o peor aún puede mal interpretar la representación visual bajo análisis. Por esto, las técnicas de distorsión que se apliquen, deben respetar las siguientes pautas:

- a) Conservar la relación entre ítems (variables cuantitativas, ordinales y nominales). Si la relación entre ítems se realiza espacialmente, el método de distorsión debe conservar esta relación.
- b) Conservar el orden de los ítems (variables cuantitativas y ordinales). Si la técnica de distorsión cambia el orden de los valores, el usuario puede interpretar de manera errónea los valores de los datos.
- c) Conservar las proporciones (o incrementos) en datos cuantitativos en el área de foco y sus áreas relacionadas aún cuando la vista esté distorsionada. Esto es importante para que el usuario, aún realizando distorsión, pueda comparar valores ya sea entre los ítems del área de foco o entre éstos y los del contexto.

El cumplimiento de las dos primeras se pueden observar en la Figura 1. En esta figura se presenta una comparación del *Lente Bifocal* en 2D con la técnica de *Ojo de Pez* en 2D. Si se observan los puntos rojos en la grilla sin distorsionar (con el mismo valor de y), se puede ver que al distorsionar con la técnica de *Ojo de Pez* en 2D (si no existiese la grilla), el usuario lo interpretará como valores diferentes. En el *Lente Bifocal* 2D, en cambio, ambos puntos siguen mostrando el mismo valor respecto al eje y . Lo mismo sucede con los puntos en azul con el mismo valor de x . En forma similar, también se puede mostrar cómo la vista de *Ojo de Pez* en 2D puede cambiar el orden de los ítems en pantalla. Esto se muestra con los puntos en verde, con valores x_k y x_v en x , donde, en la grilla sin distorsión, x_k precede a x_v . En la grilla distorsionada con *Ojo de Pez* en 2D puede observarse que x_v precede a x_k respecto al eje x . En cambio en la imagen distorsionada con el *Lente Bifocal* 2D, este orden de x_k y x_v se mantiene. La tercera pauta, el *Lente Bifocal* la respeta por definición, ya que tanto en el área de foco como las regiones periféricas se distribuyen uniformemente [11].

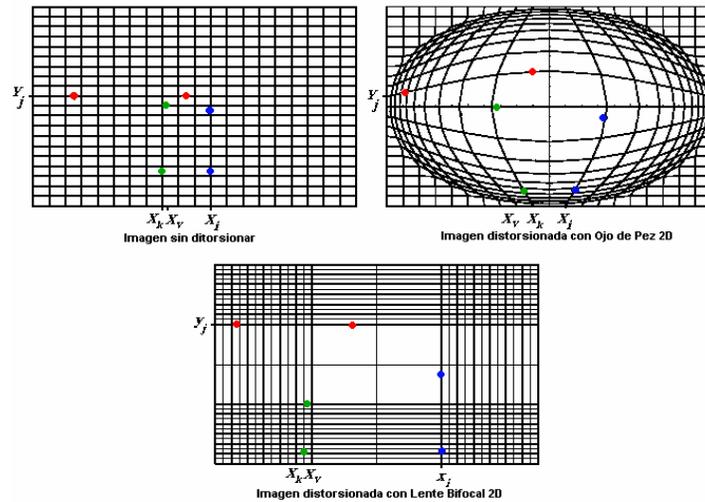


Figura 1: Comparación de Lente Bifocal en 2D y Ojo de Pez en 2D

Una variante del Lente Bifocal es la Pared en Perspectiva (*Perspective Wall* [13]) como puede apreciarse en la Figura 2.

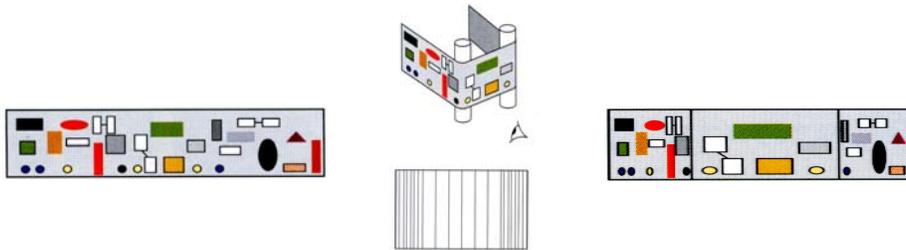


Figura 2: Pared en Perspectiva.

2.2 Técnicas que Relacionan Múltiples Vistas

Debido a la dimensionalidad de las tuplas, puede ser necesario descomponer la visualización en varias vistas que representen distintos aspectos del espacio de información explorado, o por la complejidad de la representación resaltar de alguna manera las tuplas de especial interés.

- *Linking*: Becker [2] fue uno de los primeros en observar la necesidad de *coordinar* las distintas vistas de un mismo conjunto de datos, de manera que los resultados sobre los datos como consecuencia de interacciones sobre una vista particular se vean reflejados en todas las demás vistas. Este concepto refuerza la idea de múltiples vistas para un mismo conjunto de datos. Este tipo de interacciones que relacionan y aseguran consistencia entre las distintas vistas se denomina *Linking*.
- *Brushing*: El hecho de contar con distintas representaciones involucrando distintos atributos de un mismo conjunto de tuplas llevó a la necesidad de contar con interacciones que permitieran identificar al conjunto de tuplas de interés en las distintas vistas. A estas interacciones se las denomina *Brushing*.

Un ejemplo representativo de la aplicación de estas interacciones lo constituye el “*Brushing and linking*” [2][4], ésta es una composición de las interacciones previamente definidas que potencia las Matrices de Gráficos-XY (*Scatterplot*).

En las siguientes secciones, se presentarán distintas aplicaciones de estas transformaciones aplicadas a técnicas de visualización tradicionales. Para esto se presentan las técnicas de

visualización con las que se trabajará en la sección 3. En la sección 4 se mostrará el beneficio que se obtiene al aplicar las interacciones presentadas en esta sección a las técnicas tradicionales.

3 Técnicas de Visualización

En este trabajo se analizan cuatro técnicas tradicionales de aplicación frecuente en visualización de bases de datos. Cada una de estas técnicas se complementará, según sea necesario, con las distintas transformaciones de vistas. Las técnicas propuestas son las siguientes:

3.1 Gráficos-XY (Scatterplot):

Este tipo de representaciones visuales constituyen una manera simple y potente de mostrar un conjunto de datos. La técnica consiste básicamente en mapear un atributo a cada uno de los ejes coordenados y representar cada tupla como un punto en ese espacio bidimensional. La ubicación del punto o del *elemento visual* representando a cada tupla queda determinada entonces por los valores de los atributos asociados a los ejes; los restantes determinarán, según lo especifique el usuario, los atributos visuales de cada punto. Por ejemplo; un tercer atributo puede mapearse al color, otro al tamaño, etc. Si bien esta técnica es simple presenta serias limitaciones en cuanto a cantidad de atributos a mostrar simultáneamente, así como problemas de oclusión y de densidad de la representación. Por otro lado resulta fácil de interpretar y es ampliamente usada en análisis de datos. Permite detectar agrupamientos, ítems excepcionales, correlaciones entre las variables mapeadas a cada eje, etc. También es útil para visualizar series de tiempo cuando la cantidad de series es alta en la Figura 3 (a), por ejemplo, se muestra el total de ventas diarias de 140 farmacias que trabajan con la SOSUNS en el año 2001. Para mejorar la visualización se pueden utilizar transformaciones relacionadas con el foco y el contexto.

3.2 Matrices de Gráficos-XY (Scatterplot Matrix):

Esta técnica surge como una mejora a una de las limitaciones que presentan los Gráficos XY en los cuales sólo dos de los atributos presentes en las tuplas se mapean a los ejes coordenados. Las Matrices de Gráficos XY [2, 4] permiten que el usuario pueda observar la relación entre N atributos, para lo cual genera una matriz de gráficos para cada uno de los pares de atributos posibles. Un ejemplo de aplicación de esta técnica con datos de afiliados de la SOSUNS, se presenta en la Figura 3 (b). En esta visualización, las variables *antigüedad*, *ingresos* y *dedicación* de afiliado se mapean a ejes, y la *categoría de afiliado* se codifica con color. El problema de esta técnica, es que las distintas dimensiones no están integradas, dificultándole al usuario el relacionar los ítems de las diferentes celdas de la matriz sin una técnica de interacción. En este caso es recomendable la utilización transformaciones orientadas a integrar las distintas dimensiones

3.3 Coordenadas Paralelas

Las Cordenadas paralelas [8] mapean cada uno de los N atributos, seleccionados por el usuario, a uno de los N ejes paralelos. Las tuplas se representan por poligonales que cortan a los ejes según el valor del atributo correspondiente. Los restantes atributos de las tuplas pueden intervenir en la determinación de los atributos visuales de las poligonales o elementos visuales. Si bien es una técnica inherentemente n -dimensional, se presentan problemas de oclusión y de densidad de la representación.

Un ejemplo de uso de esta técnica con datos de afiliados de la SOSUNS, se muestra en la Figura 3 (c). En este ejemplo se mapean cinco variables con ejes y una con color. Si bien con esta técnica se logra una integración de las distintas dimensiones, se puede presentar fácilmente problemas de densidad; para mejorar la visualización en esta técnica se pueden utilizar transformaciones relacionadas con el foco y el contexto.

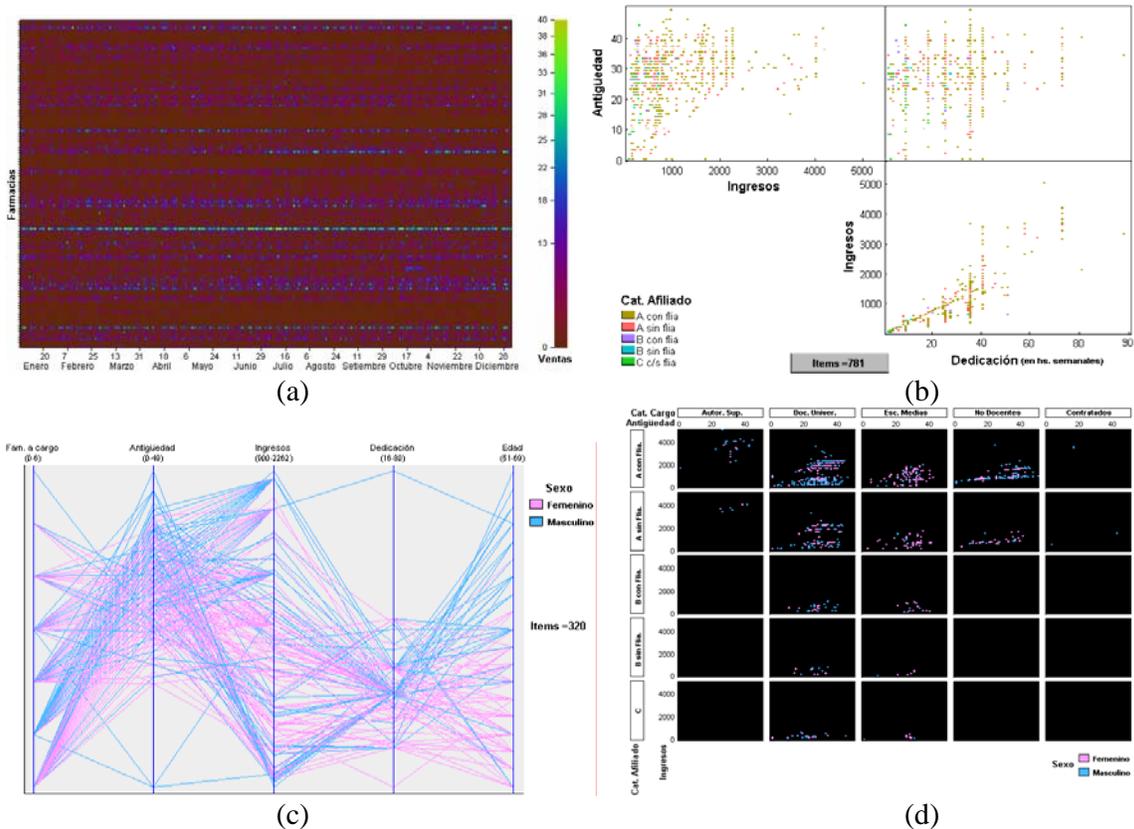


Figura 3: Ejemplos de Técnicas de Visualización: (a) Gráfico-XY. (b) Matriz de Gráficos XY (c) Coordenadas paralelas. (d) Aglomeración Dimensional.

3.4 Aglomeración dimensional (Dimensional Stacking)

Esta técnica puede catalogarse desde el punto de vista de la organización espacial como de uso recursivo del espacio; permite visualizar las relaciones entre N atributos nominales u ordinales de baja cardinalidad. [10]. La idea es generar un gráfico bidimensional para dos atributos x - y , donde cada elemento de este gráfico será otro correspondiente a otros dos atributos z - w y así sucesivamente. Las relaciones entre este tipo de atributos son difíciles de observar utilizando Matrices de Gráficos-XY o Coordenadas Paralelas por causa de la superposición. Un ejemplo, se muestra en Figura 3 (d), en la que se mapean en los ejes exteriores las variables *categoría de afiliado* y *categoría del cargo*, en los ejes interiores las variables *ingresos* y *antigüedad* y con color se codifica el sexo del afiliado. En esta técnica, son muy útiles las transformaciones relacionadas con el foco y el contexto, dado que el espacio de las celdas interiores (último nivel de aglomeración), es muy reducido. En este caso no son necesarias transformaciones para integrar dimensiones, dado que cada ítem aparece en una sola celda, y las distintas dimensiones se puede observar sin necesidad de interacción.

En la siguiente sección se mostrarán ejemplos de la complementación de las técnicas de visualización propuestas en esta sección con las técnicas de interacción sobre las vistas presentadas en la sección previa.

4 Aplicación de las transformaciones de vistas:

En esta sección se mostrará cómo las técnicas de interacción, en particular las interacciones sobre las vistas, pueden enriquecer y complementar a las técnicas de visualización tradicionales.

4.1 Zoom Semántico

Esta tarea consiste en brindar información adicional sobre un ítem en particular o un conjunto de ítems. Esta interacción puede brindarse para todas las técnicas tratadas en la sección 3.

Un ejemplo de *zoom semántico* se muestra en la Figura 4, donde el usuario solicita información adicional de un ítem excepcional en la parte superior de un Gráfico-XY.

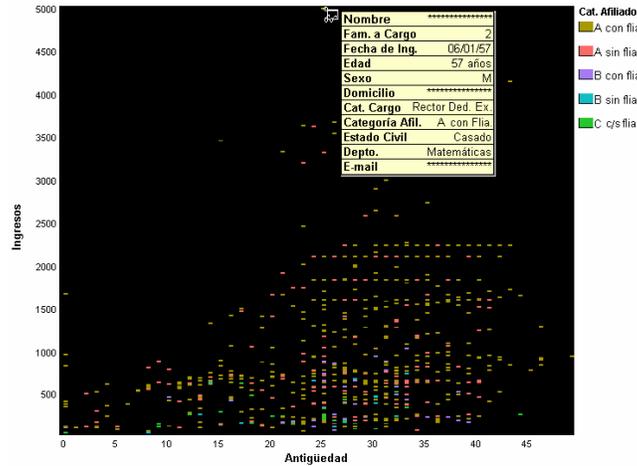


Figura 4: Gráfico-XY. Ejemplo de zoom semántico en un punto (*' datos confidenciales).

4.2 Zoom Geométrico (vista general + detalle)

Cuando el usuario realiza un *zoom geométrico* en cualquiera de estas técnicas, se crea una ventana de detalle con una imagen ampliada de la zona en que se realiza un zoom. El usuario tiene además la posibilidad de variar tanto el tamaño de esta ventana, como su posición de manera que ésta no impida ver el contexto. En la Figura 5, se muestra un ejemplo en el que el usuario realiza un zoom geométrico seleccionado un sector de un Gráfico-XY y creando una ventana de detalle. En este caso se amplía el rango (20, 30) en el eje x de la variable *antigüedad* y el rango (500, 1000) en el eje y de la variable *ingresos*. De este modo no se logra la integración de la vista de detalle con el contexto.

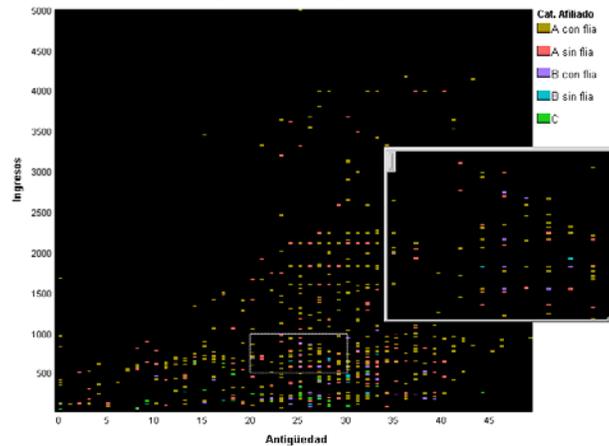


Figura 5: Gráfico-XY. Ejemplo de zoom geométrico en una región.

4.3 Aplicación de lentes:

Gráficos-XY. Para los Gráficos-XY, se utiliza la técnica de Lente Bifocal, dado que tanto para distorsiones en *1D* y *2D* respeta las tres pautas mencionadas anteriormente. En la Figura 6, se

muestra un ejemplo de distorsión del Gráfico-XY presentado en la Figura 3 (c). En este caso se realiza una distorsión sólo en el eje y de la variable nominal *farmacias*. Se debe notar que, a pesar de la distorsión, no se pierde la relación entre los datos de ventas de cada farmacia.

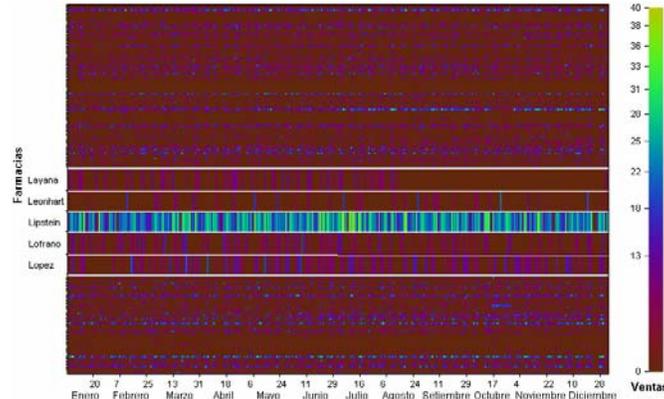


Figura 6: Distorsión de un Gráfico-XY con Lente Bifocal en *1D*

Una distorsión en *2D* se presenta en la Figura 7; en este caso, al igual que en el de la Figura 5, el usuario amplía el rango (20, 30) en el eje *x* de la variable *antigüedad* y el rango (500, 1000) en el eje *y* de la variable *ingresos*. En este caso, las marcas en el área de foco se muestran más grandes, para indicar que es el área ampliada. Sin embargo, se amplían en una proporción menor a la del área, porque el propósito principal de la distorsión es poder visualizar con más detalle evitando las superposiciones. *Matrices de Gráficos-XY:* Para las Matrices de Gráficos-XY también se utiliza el Lente Bifocal por las mismas razones que en los Gráficos-XY. En este caso, si se amplía el eje *y* en una celda de la fila *i* de la matriz, también se debe ampliar el eje *y* en todas las celdas de la fila *i*, y si se amplía el eje *x* en una celda de la columna *j* de la matriz, también se debe ampliar el eje *x* en todas las celdas de la columna *j*. Esto se muestra en la Figura 8 donde el área de foco es la zona en rojo.

Coordenadas Paralelas: En la técnica de Coordenadas Paralelas, se puede utilizar la técnica del Lente Bifocal en cada eje. En la Figura 9, se presenta un ejemplo en el que se amplía el rango de 800 a 1600 del eje de *ingresos*, para observar los valores con mayor detalle. La distorsión con Lente Bifocal en Coordenadas Paralelas en un eje, es análogo a la distorsión en los Gráficos-XY en *1D*. Los ítems en el área de foco se distribuyen de manera uniforme.

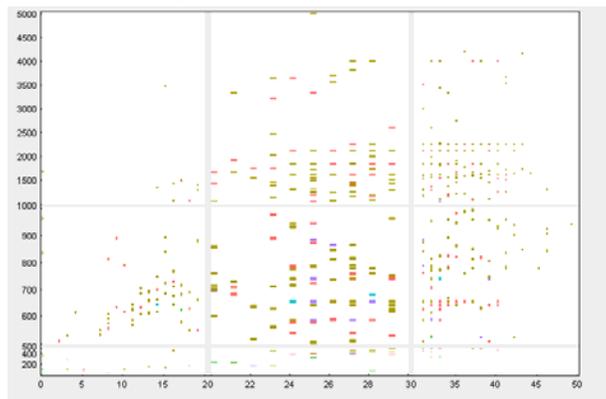


Figura 7: Distorsión de un Gráfico-XY con Lente Bifocal en *2D*

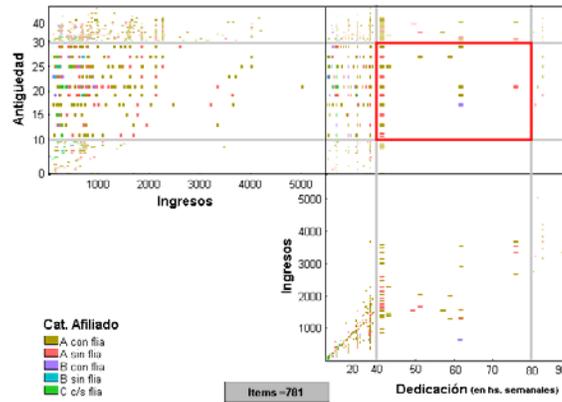


Figura 8: Distorsión en una Matriz de Gráficos- XY con Lente Bifocal 2D.

El problema de la densidad de poligonales en Coordenadas Paralelas no se presenta sólo cuando se visualizan muchos ítems, sino también cuando hay muchos atributos a visualizar. Esto se puede observar en la Figura 10 (a), donde sólo se muestran 50 ítems; sin embargo, es muy difícil distinguir las poligonales individuales en los 15 ejes. Por esto, para mejorar la visualización en estos casos, se puede utilizar la técnica de la Pared en Perspectiva. Para esto se permite visualizar dos o más ejes en el área de foco, y el resto de los ejes se muestran en perspectiva (Figura 10(a) y 10(b)). Un ejemplo generado con los datos del SOSUNS es el mostrado en la figura 11, en el área de foco se muestran los ejes de las variables *categoría del cargo* y *edad del afiliado*.

Aglomeración Dimensional: En esta técnica, también es muy útil utilizar distorsión debido a que el espacio en las celdas interiores es generalmente reducido. La técnica de distorsión que se utiliza al igual que en los Gráficos-XY es el Lente Bifocal. Esta distorsión se realiza sobre los ejes exteriores, lo que resulta en la ampliación de una o más celdas. Las celdas restantes, se reducen de manera uniforme. En la Figura 12, se muestra una distorsión ampliando la celda de la fila 2 y columna 2; (*docentes universitarios* de categoría *A con familia*).

4.4 Brushing and Linking

Hasta aquí se trató la utilización de técnicas para la transformación de vistas relacionadas con el foco y el contexto. A continuación, se describirá el uso de técnicas para la transformación de vistas aplicadas a la integración de dimensiones o para el resaltado de tuplas de interés.

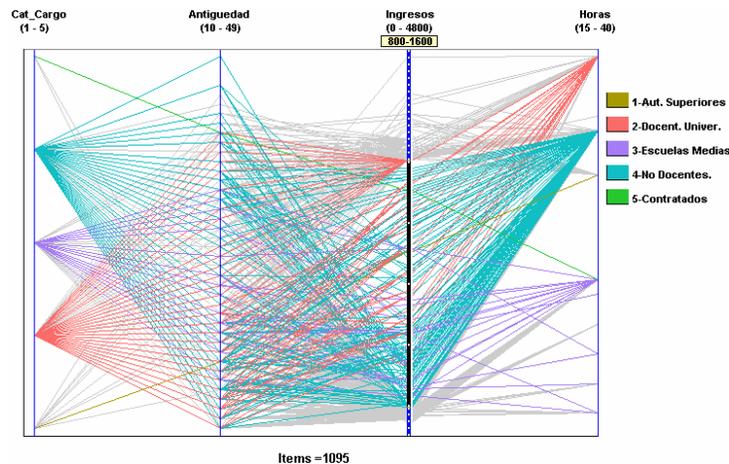


Figura 9: Distorsión con Lente Bifocal 1D en Coordenadas Paralelas.

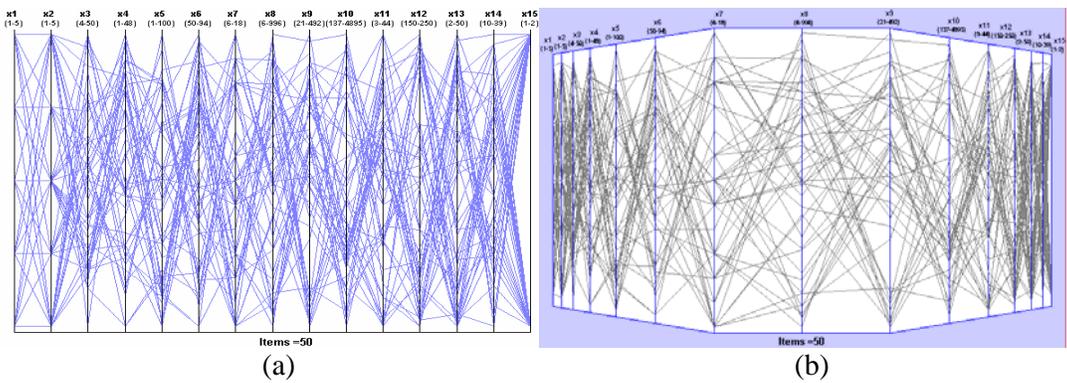


Figura 10: Coordenadas Paralelas. (a) 50 ítems con 15 atributos. (b) Mismo conjunto de datos aplicando Pared en Perspectiva

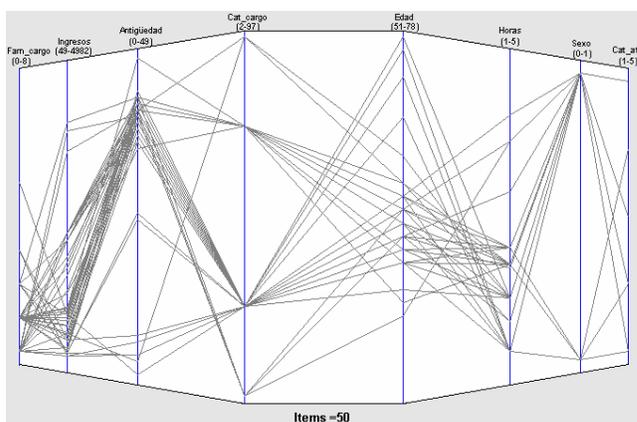


Figura 11: Coordenadas Paralelas. Distorsión con Pared en Perspectiva

Matrices de Gráficos-XY: La técnica de “*Brushing and Linking*” se utiliza para integrar las dimensiones de las Matrices de Gráficos-XY, de este modo el usuario puede integrar las dimensiones. El resaltado de las tuplas de interés se logra mediante un cambio en la forma de los elementos visuales que los representan [2, 4].

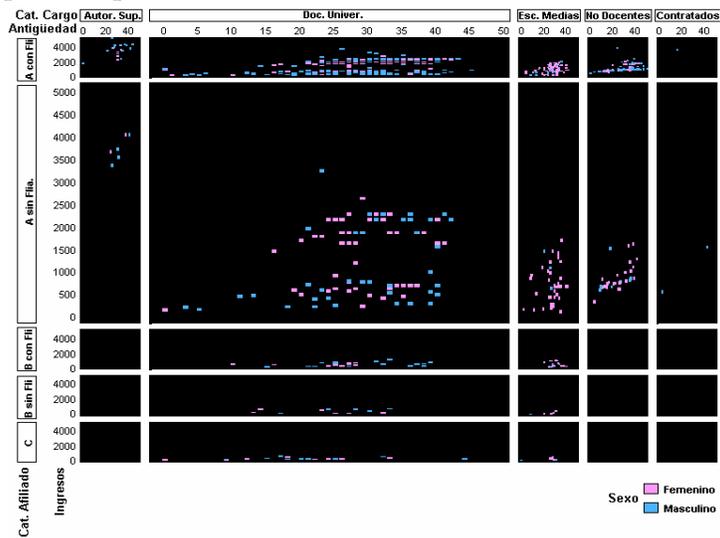


Figura 12: Aglomeración dimensional. Distorsión con Lente Bifocal 2D

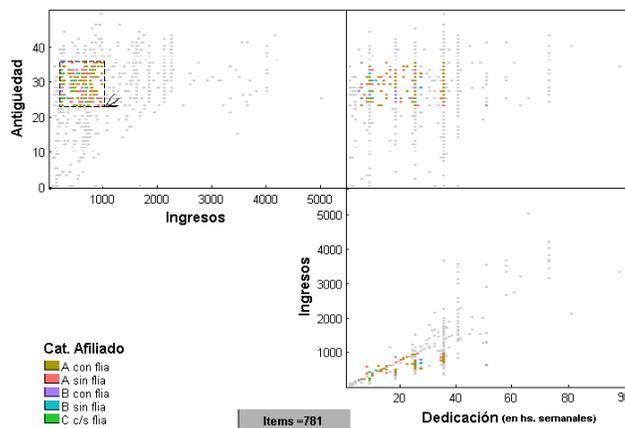


Figura 13: Matrices de Gráficos-XY. Ejemplo de *Brushing and Linking*

Dado que el espacio en la pantalla es uno de los puntos críticos en visualización, el color es una alternativa conveniente en lo que respecta a vincular las marcas de los ítems seleccionados en una de las celdas con los mismos ítems en las celdas restantes. También puede considerarse el mostrar con mayor luminosidad los ítems seleccionados de modo que se diferencien de los no seleccionados. Un ejemplo del uso de esta técnica se muestra en la Figura 13, donde además de codificar tres variables a los ejes, se codifica la *categoría del afiliado* con color.

Coordenadas Paralelas: En el caso de las Coordenadas Paralelas, no es necesario realizar un *Linking* para vincular los valores en los distintos ejes de cada ítem, porque estos valores están unidos por una línea. Sin embargo, a causa de la superposición de líneas, no siempre es fácil ver la vinculación entre estos valores. Por esto, también es necesario utilizar *Brushing*, para observar cómo se comporta uno o más ítems en particular en todas las dimensiones. El usuario puede seleccionar un rango de valores en cualquiera de los ejes, realzando con color las líneas comprendidas en ese rango a lo largo de todos los ejes. En la Figura 14, se muestra un ejemplo en el que el usuario selecciona un rango de 800 a 1600 en el eje de *ingresos* realzando con color los ítems comprendidos en ese rango.

Ya sea con Matrices de Gráficos-XY o con Coordenadas Paralelas, al realizar una transformación de “*Brushing and Linking*” los ítems seleccionados siempre se muestran delante de los ítems no seleccionados. De esta manera, evitando así la oclusión.

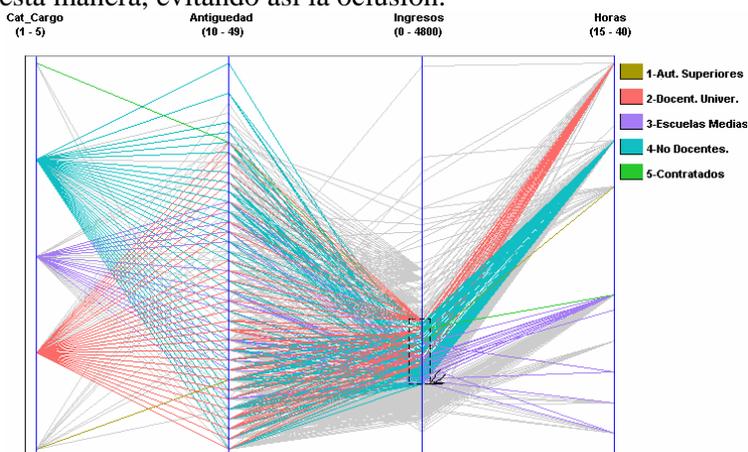


Figura 14: Coordenadas Paralelas. Ejemplo de *Brushing and Linking*.

5 Conclusiones y trabajos futuros

En este trabajo se presentaron distintas técnicas de visualización de información aplicadas a la exploración visual de las Bases de Datos Relacionales. Se dieron nuevas alternativas que permiten potenciarlas al complementarlas con las interacciones adecuadas. Así para cada una de las interacciones propuestas, se establecieron criterios para utilizar las transformaciones apropiadas en el contexto de cada técnica de visualización. Además se mostró cómo y en qué medida la utilización de estas transformaciones, soluciona los problemas de superposición y facilita la integración de múltiples vistas.

Bibliografía

- [1] Ahlberg C., Shneiderman B. '*Visual Information Seeking: Tight Coupling of Dynamic Query Filters with Starfield Displays*', Proc. Human Factors in Computing Systems CHI '94 Conf., Boston, MA, pp. 313-317. 1994.
- [2] Becker R. A., Cleveland W. S. '*Brushing Scatterplots*', Technometrics, 29(2) 127-142, 1987.
- [3] Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B., Eds. '*Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*', Morgan Kaufmann Pub., 1999.
- [4] Cleveland W. S. '*Visualizing Data*', AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, NJ, Hobart Press, Summit NJ, 1993.
- [5] Fishkin K., Stone M. C.: '*Enhanced Dynamic Queries via Movable Filters*', Proc. Human Factors in Computing Systems CHI '95 Conf., Denver, CO, 1995, pp. 415-420.
- [6] Furnas G.: '*Generalized Fisheye Views*', Proc. Human Factors in Computing Systems CHI'86 Conf., Boston, MA, pp. 18-23. 1986.
- [7] Furnas G. W., Buja A.: '*Prosections Views: Dimensional Inference through Sections and Projections*', Journal of Computational and Graphical Statistics, Vol. 3, No. 4, pp. 323-353. 1994.
- [8] Inselberg A.: '*The Plane with Parallel Coordinates, Special Issue on Computational Geometry*'. The Visual Computer, Vol. 1, pp. 69-97. 1985.
- [9] Jerding, Dean F., Stasko John T. '*The Information Mural: A technique for displaying and navigating large information spaces*'. In Proceedings of the IEEE Visualization '95 Symposium on Information Visualization, pages 43-50, Atlanta, GA, October 1995.
- [10] LeBlanc J., Ward, M. O., Wittels, N. '*Exploring n-dimensional databases*', In Proceedings of Visualization '90, pp. 230-237. 1990.
- [11] Leung, Y. K. '*Human-computer interaction techniques for map-based diagrams*'. Undesigning and Using Human-Computer Interfaces and Knowledge Based Systems, G. Salvendy and M. Smith, Eds. Elsevier, Amsterdam, 361-368, 1989.
- [12] Mackinlay J. D., Robertson G. G., Card S. K. '*The Perspective Wall: Detail and Context Smoothly Integrated*', Proc. Human Factors in Computing Systems CHI '91 Conf., New Orleans, LA, pp. 173-179. 1991.
- [13] .Martig, S., Castro, S., Fillottrani, P. & Estévez, E., '*Un Modelo Unificado de Visualización*', Proceedings, pp. 881-892, 9º Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 6 al 10 de Octubre de 2003. La Plata. Argentina
- [14] Spence R., Apperley M. '*Data Base Navigation: An Office Environment for the Professional*', Behaviour and Information Technology, Vol. 1, No. 1, pág. 43-54. 1982.
- [15] Spence R., Tweedie L., Dawkes H., Su H. '*Visualization for Functional Design*', Proc. Int. Symp. on Information Visualization (InfoVis '95), Atlanta, GA, pp.4-10. 1995.
- [16] Shneiderman, Ben. '*The eyes have it: A task by data type taxonomy of information visualizations*', Proc. IEEE Symposium on Visual Languages '96, IEEE, Los Alamos, CA (September 1996), pp.336-343.