

COCOVAS: Un sistema de Visualización de
Información documental para sistemas de
Recuperación de Información de Internet.

Ernesto M. Mislej

Director: Lic. Ariel Aizemberg

**Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires**

Noviembre 2006

Abstract

El proceso de recupero de información es estructuralmente impreciso. Los usuarios al sentarse frente al sistema, por lo habitual no poseen un plan claro de cómo lograr el objetivo de encontrar información relevante a su necesidad. Muchas veces este proceso involucra realizar varias consultas, adquirir conocimiento de contexto acerca del dominio de información, replantear el objetivo de búsqueda, hasta conseguir el o los documentos de interés. Incluso, los objetivos pueden variar en distintos niveles de especificidad: desde la búsqueda por un determinado especialista médico, conocer aspectos respecto de la competencia, hasta una investigación exhaustiva de un tema estipulado.

En lo que respecta de los sistemas de Recupero de Información de Internet las oportunidades de generar mejoras en los mecanismos de acceso es muy grande, lo que posibilita incursionar en variadas tareas del proceso de adquisición de la información. En este aspecto la inclusión de técnicas de Visualización de Información permite alcanzar mayores niveles de efectividad en la exploración de información adquiriendo conocimiento novedoso y el *insight* de los datos.

Como propuesta se ha diseñado a COCOVAS, un sistema de Visualización de Información documental para sistemas de Recuperación de Información de Internet, que utiliza una novedosa Metáfora Visual unificando en una misma vista la representación de la similitud y la relevancia de los documentos resultados.

Abstract - English version

Information retrieval is, structurally, a vague process. The users of an IR system often lack a plan on acquiring the information they need. Besides, this process may involve making several queries, acquiring context knowledge about the information domain and even reconsidering the goal itself before obtaining the desired documents. Moreover, the objectives may vary in a range of specificity: from the search of a specialistic doctor, to know news about to the competition or to do an exhaustive research of some subject.

Regarding Internet IR systems, the opportunities to improve the recovery mechanisms are promising, making possible the application of several tasks from the process of information acquisition. The inclusion of Information Visualization techniques allows to reach greater levels of effectiveness in the exploration of information acquiring novel knowledge and *insight* of data.

As a proposal, we designed COCOVAS: an Information Visualization system for Internet IR systems that uses a novel Visual Metaphor unifying in a single view the representation of the similarity and the relevance of document results.

Prefacio

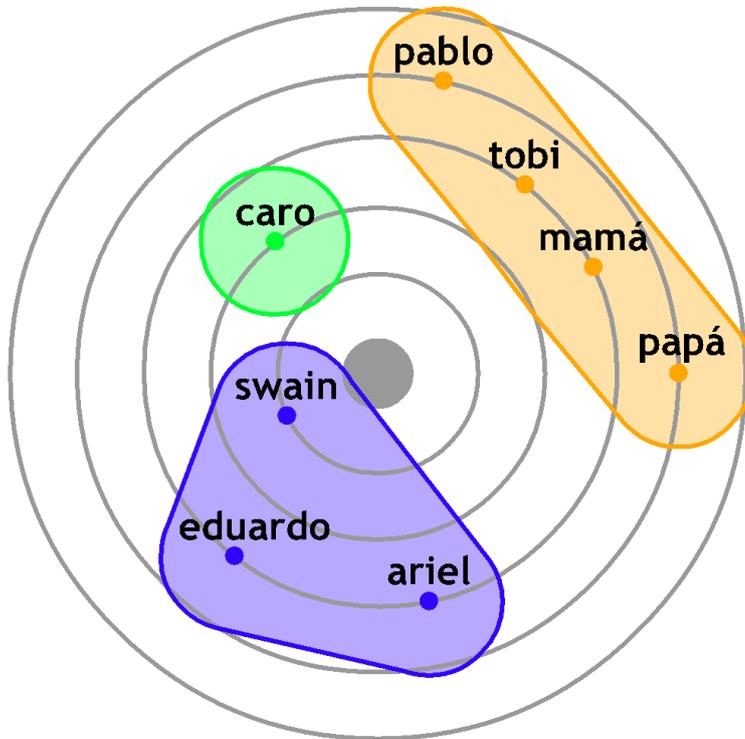
A mediados de febrero de 2002, mi amigo Sebastián Wain, me comentó que Google estaba organizando un concurso abierto a toda la comunidad de programadores y usuarios. El objetivo era crear una idea novedosa para mejorar las capacidades de sus servicios y generar un prototipo funcional que la implemente. En el marco del concurso se estableció una lista de discusión para comentar las ideas y diferentes asuntos inherentes al concurso. Las ideas que se manejaban eran poco originales y relistas, lo que nos hizo pensar que nosotros podíamos cumplir un buen desempeño.

En un primer término descartamos las ideas que incorporaban técnicas de base como Recupero de Información, almacenamiento y mejoras en performance, por considerarlas que no podrían llegar a ser originales a los ojos del jurado. Luego de evaluar alternativas nos centramos en el área de diseño de interfases de presentación y de Visualización de Información donde encontramos un campo atractivo, original y con relativo bajo costo de programación.

Se tenía una dirección y un objetivo, pero para plasmarlo en un prototipo, le faltaban meses de investigación y trabajo. Finalmente, no se llegó a cumplir con la fecha de entrega, pero esa incipiente idea sentó las bases y las motivaciones para el presente proyecto.

*Ernesto M. Mislej
Noviembre, 2006.*

Agradecimientos



Índice general

| | |
|--|----------|
| Abstract | I |
| Prefacio | V |
| Agradecimientos | VII |
| Índice general | IX |
| Índice de figuras | XIII |
| Lista de acrónimos | XIX |
| Prólogo | XXI |
| Mapa de Lectura | XXV |
| 1. Marco Teórico – Visualización de Información | 1 |
| 1.1. Introducción | 1 |
| 1.1.1. El diseño de visualizaciones | 4 |
| 1.1.2. Reseña histórica | 6 |
| 1.2. Comunicación Gráfica | 8 |
| 1.2.1. La codificación visual | 9 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1.2.2. | Guías de diseño | 9 |
| 1.2.3. | Semiología de los gráficos | 11 |
| 1.3. | HCI | 12 |
| 1.3.1. | Principios de diseño de interfases de usuario | 14 |
| 1.3.2. | Evaluación de las interfases de usuario | 15 |
| 1.3.3. | El diseño de interfases es <i>sexy</i> | 16 |
| 1.4. | Psicología cognitiva | 18 |
| 1.4.1. | Escuela de la Gestalt | 18 |
| 1.4.2. | Sistema de percepción | 20 |
| 1.4.3. | Procesamiento preatencional | 21 |
| 1.4.4. | Aspectos perceptivos | 22 |
| 1.5. | Conceptos teóricos | 25 |
| 1.5.1. | Modelos de referencia (Pipeline de visualización) | 25 |
| 1.5.2. | Criterios de transformaciones visuales | 26 |
| 1.5.3. | Criterios de interacción | 26 |
| 1.5.4. | Manipulación directa | 30 |
| 1.5.5. | Taxonomía de los sistemas de Visualización de Información | 32 |
| 1.5.6. | Desafíos y tareas pendientes | 34 |
| 2. | Interfases visuales en Sistemas IR | 37 |
| 2.1. | Modelo iterativo de interacción | 38 |
| 2.1.1. | Aproximación gradual a la información | 39 |
| 2.1.2. | Características del modelo de interacción | 40 |
| 2.2. | Estudio de las interfases de usuarios | 41 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.1. Presentaciones iniciales | 41 |
| Google y la perfección de la simpleza | 42 |
| Directorios, Listas de Colecciones y Favoritos | 43 |
| 2.2.2. Especificación visual de las consultas | 46 |
| 2.2.3. Presentación de los resultados | 46 |
| Organización por categorías | 47 |
| Grokker y la representación visual de los resultados organizados | 49 |
| KartOO y la presentación de mapas semánticos | 51 |
| Citas y documentos vinculados | 52 |
| 2.2.4. Refinamiento de las consultas | 52 |
| 2.2.5. Ayudas al proceso integral de búsqueda | 54 |
| 2.3. Tendencias y líneas de investigación | 56 |
| 3. Diseño de la propuesta – COCOVAS | 59 |
| 3.1. Descripción de los objetivos a tratar | 61 |
| 3.2. Descripción del prototipo | 62 |
| 3.2.1. Descripción de la Metáfora Visual | 62 |
| 3.2.2. Datos y Transformaciones | 67 |
| Dato: Datos crudos | 67 |
| Transformación: Datos crudos – Abstracción de datos | 69 |
| Datos: Abstracción de datos | 70 |
| Transformación: Abstracción de Datos – Abstrac- ción Visual | 70 |
| Datos: Abstracción visual | 74 |
| Transformación: Abstracción visual – Vista | 76 |

| | |
|---|-----------|
| Datos: Vista | 77 |
| 3.2.3. Interacciones | 80 |
| Acciones | 81 |
| Eventos de Mouse y Controles | 84 |
| 3.3. Notas sobre la metodología de desarrollo | 87 |
| 3.4. Notas sobre la implementación | 88 |
| 3.4.1. Arquitectura elegida | 88 |
| 3.4.2. Notas sobre SVG | 90 |
| 3.5. Experiencias de usuarios | 91 |
| 4. Notas finales | 93 |
| 4.1. Conclusiones | 93 |
| 4.2. Trabajo Futuro | 94 |
| 4.2.1. Colecciones fuertemente estructuradas | 95 |
| 4.2.2. Otras presentaciones fuera del navegador | 95 |
| 4.2.3. Dispositivos móviles | 96 |
| Bibliografía | 99 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| 1.1. Ejemplo de un sistema de Visualización Científica aplicado a la meteorología. | 3 |
| 1.2. Modelo de generación de visualizaciones antes de la aparición de la computación. | 5 |
| 1.3. Modelo de generación de sistemas de visualizaciones. | 5 |
| 1.4. Mapa de China y los países bárbaros, tallado en roca en una caverna en 1137 a. C | 6 |
| 1.5. Mapa de la epidemia de cólera en un suburbio de Londres realizado por el Dr. John Snow en 1854. | 7 |
| 1.6. Mapa de la campaña napoleónica a Moscú en 1812 diseñado por Charles Joseph Minard. | 8 |
| 1.7. Ejemplo de <i>boxplot</i> minimizando la relación <i>data-ink</i> reformulado por Tufte. | 10 |
| 1.8. Ejemplo de series temporales incorporando las leyendas dentro del gráfico. | 11 |
| 1.9. Arreglo de <i>Sparks</i> dispuesto en un patrón de <i>small multiples</i> | 11 |
| 1.10.Recomendaciones de Bertin para la asignación de variables visuales y los niveles de percepción. | 13 |
| 1.11.El diseño de interfases es <i>sexy</i> | 17 |
| 1.12.Ejemplo de detección de un <i>target</i> basado en diferencia de color. | 21 |

| | |
|--|----|
| 1.13. Tendencia del observador a formar objetos imposibles de construir o irreales. | 22 |
| 1.14. Problemas en la construcción de imágenes en perspectiva | 23 |
| 1.15. Mapa de las líneas de subterráneos londinenses, basado en el diseño de Harry Beck de 1931. | 24 |
| 1.16. Estructuras emergentes | 24 |
| 1.17. Modelo de referencia propuesto por Chi. | 25 |
| 1.18. Ejemplo de <i>árbol hiperbólico</i> | 27 |
| 1.19. Ejemplo de un cuadro <i>overview</i> de la vista principal. . . . | 27 |
| 1.20. Ejemplo de la técnica de <i>fisheye</i> implementada en DateLens. | 28 |
| 1.21. Ejemplos de funciones de <i>zooming progresivo</i> | 29 |
| 1.22. Ejemplo de resolución la tarea <i>Relacionar</i> implementada por FilmFinder. | 30 |
| 1.23. Ejemplo de los <i>Exploradores de Atributos</i> diseñados por Spence y Tweedie. | 31 |
| 1.24. Ejemplo de <i>Dynamic Queries</i> implementada en HomeFinder | 32 |
| 1.25. Ejemplo de la técnica de <i>Coordenadas Paralelas</i> propuesta por Inselberg. | 33 |
| 1.26. Ejemplo de sistema de visualización creado para celulares. | 35 |
| | |
| 2.1. Presentación inicial de Google. | 42 |
| 2.2. Presentación inicial del ODP. | 44 |
| 2.3. <i>Tag cloud</i> implementada en BlinkList. | 45 |
| 2.4. Presentación de resultados organizada por categorías implementada por Clusty. | 48 |
| 2.5. Presentación visual de los resultados organizados por categorías implementada por Grokker. | 49 |

| | |
|---|----|
| 2.6. Acercamiento a un resultado y presentación de información de detalle en la vista implementada por Grokker. . . . | 50 |
| 2.7. Metáfora recursiva de <i>space-filling</i> implementada por Treemap. | 50 |
| 2.8. Presentación de los resultados en un mapa semántico implementada por KartOO. | 51 |
| 2.9. Presentación de contexto, citas y documentos similares implementada por CiteSeer. | 53 |
| 2.10. Grafo de citas implementado por Touchgraph. | 53 |
| 2.11. Cuadro de sugerencias para el refinamiento de las consultas implementado por Teoma. | 54 |
| 2.12. Método de refinamiento de consultas implementado por KartOO. | 55 |
| 2.13. Mecanismo para la edición de los mapas implementado por KartOO. | 55 |
| 2.14. Listado de búsquedas anteriores implementado por Google History. | 56 |
| 2.15. Presentación de resultados de distintos dominios de información implementada por A9. | 57 |
| 2.16. Google Maps, el buscador geográfico implementado por Google. | 57 |
| 3.1. Idea en los inicios del proyecto. | 63 |
| 3.2. Ejemplo de mapa semántico implementado en WEBSOM. | 63 |
| 3.3. Ejemplo de un dendrograma. | 65 |
| 3.4. Transformación de los elementos del dendrograma a la circunferencia. | 66 |
| 3.5. Asignación del radio según su importancia relativa. | 66 |
| 3.6. Agregado de regiones cerradas, colores y etiquetas. | 67 |

| | |
|--|----|
| 3.7. Construcción de la metáfora (Paso 1): Dendrograma inicial. | 72 |
| 3.8. Construcción de la metáfora (Paso 2): Separar las hojas del árbol según la altura del conjunto más pequeño que las contiene. | 72 |
| 3.9. Construcción de la metáfora (Paso 3): Disponer las hojas sobre una circunferencia. | 73 |
| 3.10. Construcción de la metáfora (Paso 4): Asignar el radio. | 73 |
| 3.11. Construcción de la metáfora (Paso 5): Agregar polígonos cerrados para presentar los conjuntos. | 75 |
| 3.12. Construcción de la metáfora (Paso 6): Incorporar colores y etiquetas. | 75 |
| 3.13. Diagramación de la vista. | 77 |
| 3.14. Detalle de un resultado en la <code>ResultListArea</code> | 78 |
| 3.15. Foco sobre un documento | 82 |
| 3.16. Reconstrucción de la consulta agregando las <i>keywords</i> más representativas del documento. | 82 |
| 3.17. Foco sobre un <i>cluster</i> | 82 |
| 3.18. Foco sobre un <i>cluster</i> de mayor jerarquía, previamente dividido. | 83 |
| 3.19. Resultado de ocultar 2 conjuntos y pedir detalle sobre el restante. | 83 |
| 3.20. Resultado de la partición de los <i>clusters</i> | 84 |
| 3.21. Menú contextual sobre un <i>cluster</i> | 86 |
| 3.22. Detalle del uso del control de <i>Slider</i> | 86 |
| 3.23. Ejemplo de un círculo descrito en SVG. | 90 |
| 3.24. Disposición de la vista en 3 columnas. | 91 |

3.25. Desplazamiento automático de la lista de noticias implementado por Google Finance BETA. 92

3.26. *Tooltip* sobre las palabras clave. 92

4.1. Ejemplo de utilización de la Metáfora Visual en colecciones fuertemente estructuradas. 95

4.2. Dashboard de Mac OS X. 96

Lista de acrónimos

| | |
|------|---|
| RAE | Real Academia Española |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronics Engineers |
| HCI | Human Computer Interaction |
| GIS | Geographic Information System |
| CAD | Computer-Aided Design |
| VLSI | Very-Large-Scale Integration |
| PDA | Personal Digital Assistant |
| IR | Information Retrieval |
| ODP | Open Directory Project |
| KWIC | Keyword-In-Context |
| AJAX | Asynchronous JavaScript and XML |
| DOM | Document Object Model |
| CSS | Cascading Style Sheets |
| UI | User Interface |
| VSM | Vector Space Model |
| HSV | Hue, Saturation, Value |
| SOAP | Simple Object Access Protocol |
| SVG | Scalable Vector Graphics |
| W3C | World Wide Web Consortium |
| XSL | eXtensible Stylesheet Language |
| XML | eXtensible Markup Language |

Prólogo

Por Eduardo Poggi

... Sospecho, sin embargo, que no era muy capaz de pensar. Pensar es olvidar diferencias, es generalizar, abstraer. En el abarrotado mundo de Funes no había sino detalles, casi inmediatos...

Cada vez que busco algo en Internet intentando encontrar la información que preciso no puedo dejar de acordarme de Irineo Funes, el personaje del famoso cuento de Borges. No son precisamente mis recuerdos en este caso, pero los millones de resultados en respuesta a mi búsqueda me dejan con la misma incapacidad de pensar. ¿cómo olvidar las diferencias y quedarme con lo importante? ¿cómo generalizar? ¿cómo lograr que el ruido y el silencio sean mínimos? para obtener alguna información abstracta y concreta a la vez.

El gran avance de las tecnologías de la información durante las últimas décadas ha permitido que hoy podamos almacenar y transmitir grandes cantidades de datos en muy poco tiempo. Son tantos los datos publicados a diario que se hace imposible seguirlos. Desde hace años que contamos con lo publicado por los medios oficiales, los centros de investigación, las universidades, las empresas y otras tantas instituciones legítimamente reconocidas como productoras y/o publicadoras de datos. Cada uno en su negocio cuenta con procedimiento reconocido que le otorga confianza a sus publicaciones. La cadena *periodista-editor-línea editorial-diario* ya tiene asignada en la sociedad un grado de confianza que permite utilizar con cierta comodidad lo que brinda. Los datos publicados por estos medios vienen con garantía.

En los últimos (pocos) años se han instaurado otros productores y/o pu-

blicadores de datos en la Web. Personas, organizaciones informales y colectivos virtuales, publican diariamente cantidades enormes de datos que se van acumulando a través de páginas personales, *emails*, *blogs*, *wikis*, entre tantos otros. A diferencia de los medios formales, éstos no cuentan con un proceso de legitimación, pero tienen el valor de la espontaneidad, de *la voz de la calle* y la velocidad que da el relato *de boca en boca*. Este fenómeno no solo ha incrementado el cúmulo de datos de forma gigantesca, sino que ha brindado una fuente de información en parte desconocida pero ciertamente inmanejable con las herramientas tradicionales.

... Más recuerdos tengo yo solo que los que habrán tenido todos los hombres desde que el mundo es mundo. . .

Tenemos volúmenes inimaginables, tenemos diversidad de fuentes de información, todas potencialmente útiles según el caso y, para complicar más la situación, tenemos repeticiones y variaciones. Los mismos datos se multiplican iguales o modificados y es posible accederlos desde diferentes lugares sin tener clara conciencia de que es lo mismo.

... Mi memoria, señor, es como vaciadero de basuras, decía Irineo, en efecto, no sólo recordaba cada hoja de cada árbol de cada monte, sino cada una de las veces que la había percibido o imaginado. . .

Al igual que él, ante esta situación uno está tentado a abandonar, por dos consideraciones: la conciencia de que la tarea es interminable, la conciencia de que es inútil.

¿Y entonces, para qué tanto dato? ¿y la información dónde está? Todo lo publicado y accesible es dato y lo convertirá en información aquel que pueda en determinado momento utilizarlos para bajar su nivel de incertidumbre ante cierta cuestión que desea responder. Sin embargo, nuestra fascinación por la progresión de la *tecnología de los datos* no ha ido pareja al aumento de la calidad de la *tecnología de información* y a nuestra comprensión sobre cómo seleccionar, valorar, absorber, comprender, aplicar y comunicar los datos para convertirlos en información.

La publicación indiscriminada está clara; las forma de recuperación masiva la proveen los buscadores cada vez más *efectivos-eficaces-eficientes*; pero ¿qué pasa con la selección y valoración? ¿cuáles son las herramientas adecuadas para poder detectar los datos que nos van a ser útiles? ¿basta

con el ordenamiento de Google -al que tanto nos hemos acostumbrado- para decirnos qué es pertinente y qué no? Estas son algunas de las preguntas fundamentales que debemos responder hoy en día para hablar en serio de la Sociedad de la Información.

A pesar que disciplinas como Aprendizaje Automático, Minería de Datos, Estadística y Base de Datos, entre otras, han conseguido buenos resultados en la *extracción de información a partir de datos*, siempre queda la sensación de que la capacidad humana es mucho más y que sólo estamos tratando de emular una parte e ignorando otra tanto o más importante. El hombre para elaborar los datos disponibles utiliza su raciocinio y su conocimiento previo pero fundamentalmente utiliza sus sentidos para relacionarse con los datos. Y aquí es donde se perciben las grandes falencias en el tratamiento de datos. Los seres humanos reciben información de forma eminentemente visual, medio que proporciona una gran capacidad de captación de contenido de información.

Sin desmedro de los buscadores y de los algoritmos de aprendizaje o estadística o cualquier otra herramienta que permita bucear en los datos, formas ingeniosas de visualización de datos que nos permitan potenciar la relación sentidos-cerebro del ser humano se presenta como un camino más que interesante de investigación y desarrollo. La visualización de información se convertirá seguramente en un campo crítico de la gestión de la información, estimulado tanto por los avances en tecnología (terminales 3D, realidad virtual, etc.), como por una mayor comprensión sobre nuestra relación con las imágenes, sobre la forma en la que nuestro cerebro procesa y organiza información de manera espacial.

Es en este punto crucial, donde el presente trabajo viene aportar lo suyo. Lo realizado por Ernesto no sólo es interesante como propuesta por combinar algoritmos de disciplinas poco relacionadas hasta ahora, sino por aportar material base sobre visualización, una matriz de pensamiento sobre como potenciar el método de búsqueda de información más utilizado hoy en día y una implementación concreta. En otras palabras, cumple en un solo trabajo con los tres objetivos básicos de un trabajo de investigación: comprensión del estado del arte, propuesta innovadora y una aplicación concreta que permite probarla y evaluarla.

El presente trabajo aporta nueva tecnología, que haciendo honor a su propia definición, viene a resolver problemas concretos. Un artefacto que permite clusterizar cientos de páginas resultantes de un buscador y presentarlas de una forma visualmente atractiva; que permite jugar con los

resultados y descubrir por medio de los sentidos sus posibles configuraciones internas; un instrumento que implementa el fin mismo de la visualización, lograr que la información penetre en el usuario de una manera física, sensorial y hasta irracional.

Mapa de Lectura

El presente documento posee la siguiente estructura:

- En el **Capítulo 1** se describen las bases teóricas y fundamentos del área. Allí se introduce, a modo de aparato erudito, los aportes de otras disciplinas como la **Comunicación Gráfica**, la **Interacción Hombre-Máquina** (Human Computer Interaction (HCI)) y la **Psicología Cognitiva**; y los conceptos teóricos propios discutiendo los **Modelos de Referencia** y las **Taxonomías de sistemas de Visualización de Información** propuestas. Concluye el capítulo haciendo referencia a los **Desafíos actuales y tareas pendientes** del área.
- En el **Capítulo 2** se pasa revista a las problemáticas de los sistemas de recupero de información y a las técnicas visuales utilizadas en este campo. Se comienza discutiendo el **Modelo iterativo de Interacción** y sus características. Luego se tomará como base dicho modelo para estructurar el resto del capítulo, donde se realiza un **Estudio de las interfases visuales** sobre un conjunto de nuevos sistemas que han sido desarrollados en los últimos años. Por último se analizan **Tendencias y líneas de investigación** y se opina sobre el futuro de las interfases visuales en la nueva generación de sistemas IR.
- A continuación, en el **Capítulo 3**, se describe el trabajo realizado haciendo hincapié cada aspecto de diseño particular, las alternativas estudiadas y los aportes realizados al área. Una vez planteados los **Objetivos a tratar**, se pasa a la **Descripción del prototipo** que implementa nuestra propuesta. Allí se presentan dos modos de lectura: uno más aprehensible para aquéllos lectores no acostumbrados a especificaciones formales en la **Descripción de la Metáfora Visual**; y otro en más exhaustivo en la descripción de las etapas de datos, transformaciones e interacciones de la visualización pro-

puesta basadas en el *Pipeline de Visualización*. Luego se incluyen **Notas sobre la metodología de desarrollo** y sobre la **Arquitectura elegida**; terminando con la descripción de las **Experiencias de usuarios** y de las iniciativas de mejora que fueron tenidas en cuenta para su incorporación.

- Por último, en el **Capítulo 4**, se presentan las **Conclusiones** de este proyecto y se dejan algunas premisas a ser consideradas para el **Trabajo Futuro**.

Capítulo 1

Visualización de Información

1.1. Introducción

El concepto de visualización se encuentra íntimamente ligado al concepto de aprendizaje. Una de las acepciones que la Real Academia Española (RAE) da para visualización, como la *acción y efecto de visualizar* es “*representar mediante imágenes ópticas fenómenos de otro carácter; p. ej., el curso de la fiebre o los cambios de condiciones meteorológicas mediante gráficas, los cambios de corriente eléctrica o las oscilaciones sonoras con el oscilógrafo, etc.*”. Lo que buscamos es hacer que un concepto difícil de comprender sea más claro e inmediato a los sentidos, utilizando las herramientas apropiadas para tal fin.

En ciertas disciplinas científicas, este concepto abstracto está dado por un conjunto muy grande de datos. Comprender la estructura, los patrones y tendencias de esos datos, se hace prácticamente imposible sin la ayuda de elementos externos. La intervención de imágenes organizadas mediante técnicas de sintetización produce un efecto de reorganización y redistribución de ese conjunto de datos de un modo más sencillo y didáctico de *aprehender* convirtiéndose en uno de los elementos cognoscentes más eficaces.

Servirse de imágenes, como elementos del medio para mejorar, reforzar y acelerar el proceso de cognición, posee una antigua y venerable histo-

ria. No obstante, en el presente gracias a la velocidad de procesamiento y capacidad de almacenamiento de las computadoras actuales, es posible construir sistemas interactivos que dibujen estas imágenes basadas en cientos de miles de datos en tiempo real. Estos sistemas, denominados *Sistemas de Visualización*, conforman hoy un nuevo medio para la amplificación de las capacidades sobre el proceso cognitivo.

Hace algunos años, los sistemas de visualización eran exclusivos para actividades científicas. La infraestructura informática necesaria para tal fin era demasiado costosa, por lo cual, su uso se concentraba en laboratorios de investigación de vanguardia. El estudio y formalización de los conceptos inherentes a la creación de estos sistemas se enmarcan dentro de la disciplina denominada *Visualización Científica* y sus dominios de datos, corresponden a dominios meramente científicos, como la medicina, el estudio de actividades espaciales, la meteorología, etc.

Paulatinamente, la visualización científica se fue convirtiendo en uno de los métodos más eficaces para la interpretación de dichos datos, sumando cada vez más adeptos en la comunidad científica. Gracias a ello y a la evolución de la informática, que nos permite contar con computadoras de bajo costo con gran poderío de cómputo gráfico, los espectros de información se han ampliado, extendiéndose hacia otras disciplinas y para casi cualquier dominio.

Existen varios motivos por los cuales se ha incrementado el interés por los sistemas de visualización. Una es la existencia de equipamiento barato con capacidades aptas para la creación de imágenes de millones de colores en tiempo real. La otra responde a la enorme cantidad de datos que están siendo generados por la ciencia moderna y por las actividades comerciales. El esfuerzo de la obtención de esos datos se ve desperdiciado ya que no pueden ser analizados tal como están y ese enorme conjunto de datos resulta virtualmente incomprensible. Debido a esto, surge la necesidad de ampliar el campo de acción de la Visualización Científica, incorporando datos fuera del ámbito meramente científico dando paso a la *Visualización de Información*[31, 29, 5] como una disciplina desprendida.

En el simposio anual INFOVIS¹ sobre Visualización de Información auspiciado por la IEEE se presenta la siguiente definición, donde puede notarse la separación de dominios de trabajo entre la Visualización Científica y la Visualización de Información:

¹<http://www.infovis.org/infovis/2005/>

... los sistemas informáticos de Visualización de Información, se enfocan en brindar ayudas para la exploración o la explicación de datos a través de sistemas que incluyan representaciones visuales, contemplando intervenciones interactivas del observador. El principal desafío en el diseño de visualizaciones, es el de representar el conjunto de *datos abstractos, no necesariamente espaciales*, reforzando los aspectos cognitivos. Existe una gran variedad de posibles codificaciones visuales, pero sólo unas pocas resultan ser *efectivas*.

La Visualización Científica continúa tratando las problemáticas de visualización de los datos generados por las disciplinas científicas que le dieron origen. En la mayor parte de estos dominios existe un importante denominador común, que la Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) menciona en su definición y es la dependencia de atributos espaciales en los datos y por ende en su representación visual más frecuente. El interés se centra en mostrar e interactuar con representaciones realistas respetando ciertas reglas físicas de cuerpos naturales, como fluidos, órganos o ciertas estructuras meteorológicas (Figura 1.1). De igual manera, también se ocupa del resto de los dominios científicos que no poseen de por sí atributos espaciales. Ejemplo de ello son la visualización de espacios vectoriales y tensoriales, la visualización de espacios altamente multidimensionales, entre otros.

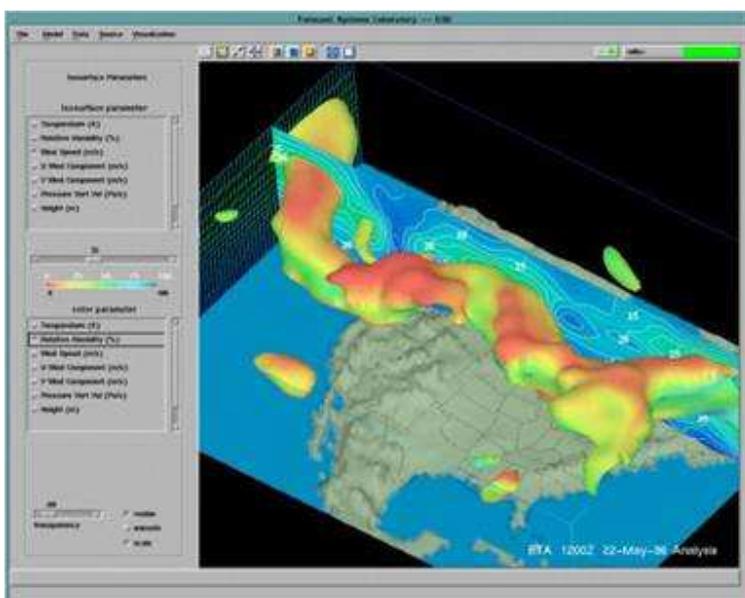


Figura 1.1: Ejemplo de un sistema de Visualización Científica aplicado a la meteorología.

La Visualización de Información trabajará con dominios de datos abstractos, no necesariamente espaciales ni tampoco generados por disciplinas exclusivamente científicas; con el objetivo de generar imágenes y representaciones nuevas donde resulte difícil deducir de la observación de los datos la forma en que éstos van a ser dibujados. En la siguiente definición, Earnshaw[17] manifiesta que no es suficiente con mostrar los datos en alguna representación gráfica, sino que resulta necesario valerse del *ancho de banda de los sentidos* para proveer de una verdadera asimilación del conocimiento.

El fin de los sistemas de visualización es la exploración de datos y de información para adquirir conocimiento novedoso y el *insight* de los datos. El objetivo de la visualización es promover un nivel más profundo de entendimiento de los datos bajo investigación y brindar conocimiento nuevo sobre las relaciones subyacentes, aprovechando la poderosa habilidad de las personas de visualizar.

1.1.1. El diseño de visualizaciones

La revolución digital ha alcanzado a casi todas las disciplinas científicas y comerciales, incluyendo a los mecanismos de comunicación y de descubrimiento de conocimiento. La adopción de nuevas tecnologías ha hecho resurgir a disciplinas que habían quedado agotadas, dándole una alternativa de acción fresca y renovadora.

Anteriormente, los medios utilizados para el proceso de comunicación eran unidireccionales, transmitiendo una idea previamente concebida. El diseñador era quien organizaba los datos, descubría un patrón destacado y elegía una codificación visual para representarlos. Él debía conocer acabadamente el dominio de datos como para poder destacar las características relevantes y sobresalientes, además de poseer conocimientos de estadística, diseño gráfico y de comunicación. Este esquema unidireccional (Figura 1.2) sitúa al observador en una posición pasiva negándole la posibilidad de repregunta. Éste sólo ve lo que el diseñador le ha mostrado. Hoy en día, podemos hablar de imágenes generadas por computadora en tiempo real basadas en los deseos de los usuarios. El diseñador, ahora es el responsable de construir y diseñar sistemas interactivos para brindar al usuario experto sobre el dominio de datos, las facilidades para que éste sea quien descubra los patrones y las características especiales

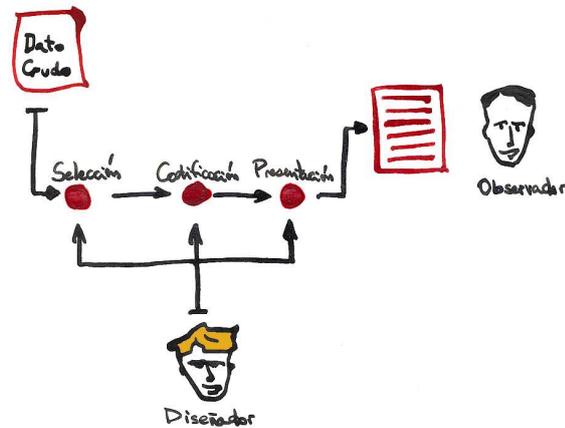


Figura 1.2: Modelo de generación de visualizaciones antes de la aparición de la computación.

subyacentes a los datos. Dentro de este esquema (Figura 1.3), el diseñador presenta un ambiente y una mirada inicial de los datos; y diseña los controles y demás herramientas interactivas, para que el usuario tome el rol de observador activo. A partir de estos esquemas se deducen dos

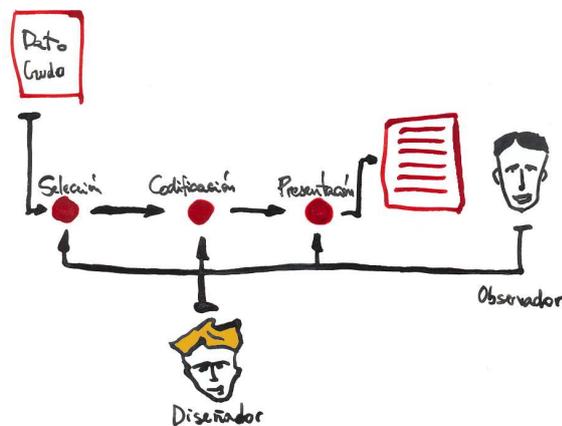


Figura 1.3: Modelo de generación de sistemas de visualizaciones.

propósitos relevantes. El primero es la comunicación de una idea, es decir, el concepto oculto ya fue descubierto y lo que se busca es la manera más eficaz de mostrarlo. La segunda, y más desafiante, es la de brindar las herramientas necesarias para que sea el mismo observador quien reconozca el concepto abstracto subyacente a los datos valiéndose de su experiencia en el dominio de trabajo.

Como toda actividad que involucra tareas de diseño, la creación de vi-

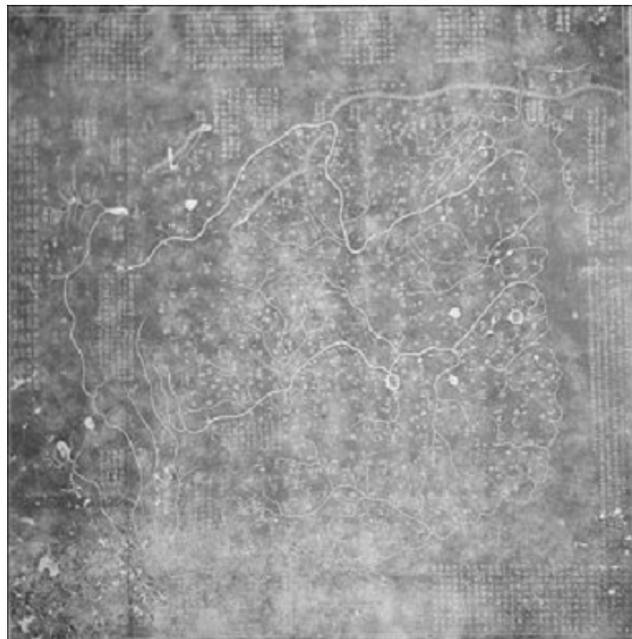
sualizaciones posee un gran componente creativo sobre la base de un mecanismo estructurado de trabajo. Las visualizaciones efectivas deben valerse de la utilización de conceptos ya conocidos por el observador para que el proceso cognitivo sea más sencillo e intuitivo, liberando de tiempo y energía al intelecto, en pos de facilitar el proceso de asimilación de nuevos conocimientos.

El estudio y formalización de este área toma aportes de otras disciplinas más tradicionales como la computación gráfica, la interacción hombre-máquina, factores humanos y la psicología cognitiva; incluso la estadística, la cartografía, la semiología, la ciencia de la educación y el arte.

1.1.2. Reseña histórica

La visualización, en el sentido de la representación y comunicación de ideas abstractas, no es un fenómeno nuevo. Se la ha usado a lo largo del tiempo en mapas, ilustraciones científicas y periodísticas. La Figura 1.4 muestra el mapa de China y los países bárbaros, tallado en roca en una caverna en 1137 a. C.

Figura 1.4: Mapa de China y los países bárbaros, tallado en roca en una caverna en 1137 a. C



Una de las primeras visualizaciones efectivas que ayudaron al análisis de un problema real se diseñó en Londres a causa de una epidemia de

cólera que sacudió a esa ciudad a mediados del siglo XIX. La cronología indica que la primera muerte a causa del cólera en Londres ocurre en 1831 y para el año 1853, la enfermedad se había expandido hacia Newcastle y Gateshead llevándose consigo a 10.675 víctimas fatales. El 31 de agosto de 1854, la epidemia ataca el área residencial de Londres con 127 muertos en 3 días y 500 en 10 días. Ese mismo día una bomba de agua ubicada en Broad Street se rompió lo que representa un hecho supestandamente aislado para el análisis. El Dr. John Snow sospechaba que el cólera se transmitía a través del agua, pero no podía comprobarlo. Luego utilizó el mapa (Figura 1.5), ampliamente explicativo donde referencia las bombas de agua y las víctimas fatales según su domicilio.

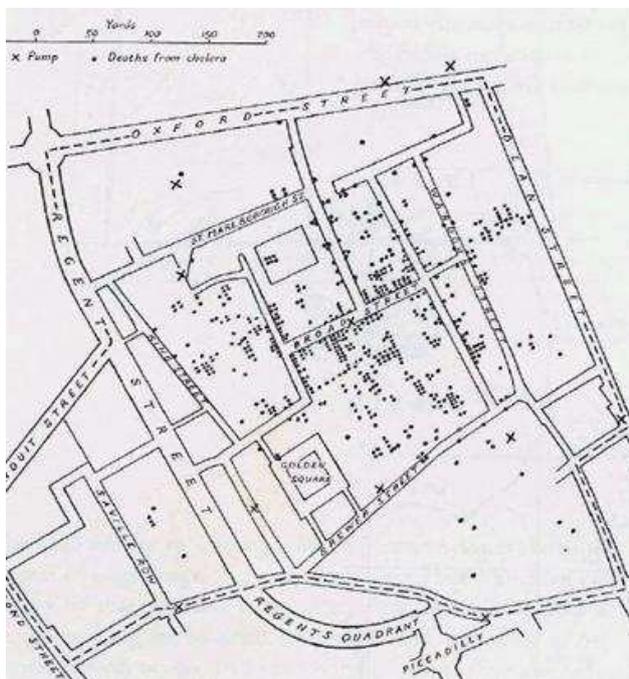


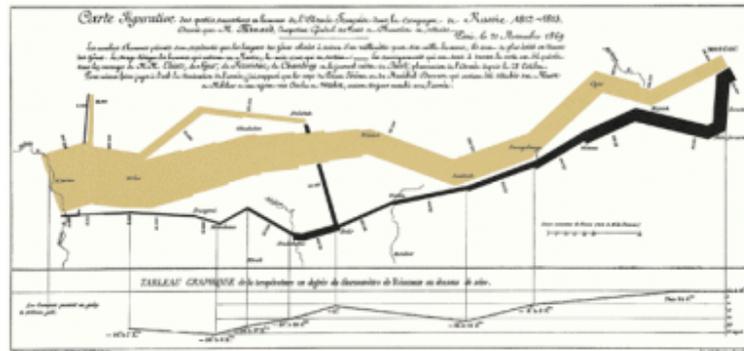
Figura 1.5: Mapa de la epidemia de cólera en un suburbio de Londres realizado por el Dr. John Snow en 1854.

Otro caso y probablemente una de las mejores gráficas, es el mapa diseñado por Charles Joseph Minard que muestra la campaña de las tropas napoleónicas a Rusia en 1812. Comenzando desde la frontera polaca, una ancha línea color marrón muestra la magnitud de la tropa en cada avance. La ruta de retirada empleada por Napoleón a causa de las bajas temperaturas, se muestra en color negro.

Minard muestra en su mapa (Figura 1.6) la magnitud de las tropas, la cantidad de bajas, la intención de ataque o retirada, la ubicación geográfica, el espacio temporal y la temperatura, ubicando hitos e información

detallada.

Figura 1.6: Mapa de la campaña napoleónica a Moscú en 1812 diseñado por Charles Joseph Minard.



Edward Tufte[33, 34, 35] ha escrito una serie de libros ya clásicos en la bibliografía de la visualización, explicando muchos de estos principios, los cuales son utilizados hoy en día en la construcción de sistemas de visualización.

1.2. Comunicación Gráfica

Los gráficos tienen la habilidad de presentar grandes cantidades de datos y permiten ser organizados coherentemente, facilitar la comparación, favorecer la interpretación y la comunicación de la información a varios niveles de detalle. Los gráficos son probablemente el instrumento que posibilita la representación de información cuantitativa de la manera más efectiva de describir, explorar y sumarizar.

La representación gráfica permite comunicar ideas complejas con claridad, precisión y eficiencia. El poder expresivo de los gráficos explota las capacidades del sistema cognitivo humano y permiten la activación intuitiva, encontrar soluciones, y comprender situaciones inicialmente complejas. El uso de imágenes abstractas con el objeto de comunicar información es un invento, según Tufte, relativamente moderno. No fue sino a mediados del siglo XVIII que la formalización de los fundamentos del diseño de gráficos fue desarrollada. El desafío de los gráficos informativos modernos va más allá de la mera sustitución de tablas con datos en gráficos estadísticos, como por ejemplo gráficos de coordenadas, series de tiempo, etc.

Tufte acredita la invención del diseño de los gráficos modernos a William

Playfair, cuyo aporte más destacables fue la popularización de los gráficos de barras y series de tiempo, así como el incipiente uso de los gráficos de torta.

1.2.1. La codificación visual

Uno de los posibles acercamientos al estudio de la construcción de imágenes es la segmentación de las mismas en componentes más pequeños, a los que llamaremos estructuras y atributos visuales. Ejemplo de ellos son los puntos, las líneas, los polígonos, y demás símbolos; sistemas de coordenadas, colores, textos, etc.

El uso y combinación de estos componentes y su asignación a los distintos atributos de los datos, conforman las bases de las distintas técnicas de visualización. Luego para completar, se agregan elementos de contexto. Wilkinson[37] utiliza una interesante metodología de diseño y construcción basada en el diseño orientado a objetos de sistemas informáticos.

Seleccionar el diseño de mayor efectividad dentro de todas las alternativas expuestas para una situación particular, usualmente requiere de un conocimiento específico y de una capacidad creativa por parte de los diseñadores. Asimismo, el conocimiento acerca de las características de los datos, como los tipos de datos, unidades, escalas, etc., como el conocimiento de las primitivas gráficas con posición espacial, uso del color, entre otras, es fundamental para la generación de visualizaciones efectivas.

Para tal fin, se han construido gran cantidad de guías de diseño y buenas prácticas sobre la base de principios que han sido adquiridas a través de la experiencia. No obstante, ese conjunto de prácticas son reformuladas y contrastadas continuamente.

1.2.2. Guías de diseño

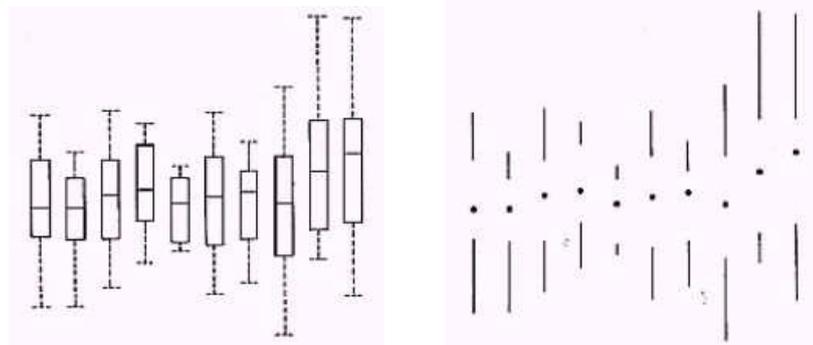
Senay e Ignatius[23] resumen un amplio conjunto de reglas basados en las publicaciones clásicas de visualización. A continuación se transcriben algunas las clásicas premisas descritas por Tufte:

| | |
|--------------------------|---|
| Mostrar los datos | Esta premisa que parece obvia trata de focalizar el concepto fundamental en toda visualización. |
|--------------------------|---|

Maximizar el uso de *data-ink* (tinta destinada a los datos)

Mostrar sólo lo relevante a los objetos y a sus atributos. Quitar los elementos no relacionados a los datos o que resultan redundantes. Para este concepto, Tufte posee una particular métrica tomando como variables a la cantidad de datos y a la tinta que se utiliza en el gráfico. En la Figura 1.7, Tufte presenta una reformulación del *boxplot* tradicional utilizando un mínimo del esfuerzo de dibujo.

Figura 1.7: Ejemplo de *boxplot* minimizando la relación *data-ink* reformulado por Tufte.



Evitar el *chart junk* (basura de gráficos)

Evitar incluir estilos que confundan la comprensión de los datos, como grillas muy cargadas o texturas complejas.

Utilizar elementos multifuncionales

Como implementación de los 2 principios anteriores, Tufte propone utilizar elementos que posean varias funciones. Un ejemplo son las leyendas que pueden utilizarse también para resaltar características destacables de los datos.

***Small multiples* (múltiplos pequeños)**

Utilizar una serie de gráficos con la misma escala y asignación de colores conlleva a una inevitable comparación.

Textos y Leyendas

Utilizar textos en la orientación tradicional para facilitar la lectura. Evitar destinar un espacio para las leyendas e incorporarlas dentro de los gráficos, como lo presenta la Figura 1.8.

Utilizar el color cuidadosamente

Resaltar las características relevantes y utilizar paletas agradables a la vista evitando combinaciones muy contrastantes. Utilizar colores provenientes de paisajes naturales placenteros y calmos.

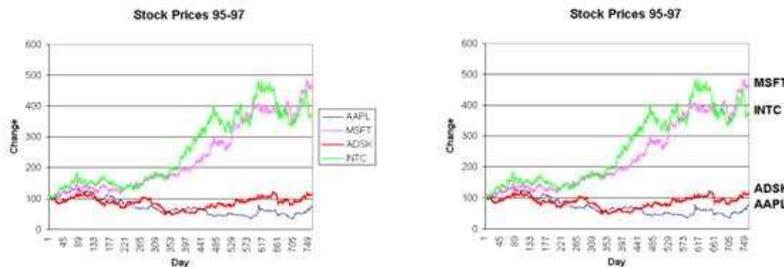


Figura 1.8: Ejemplo de series temporales incorporando las leyendas dentro del gráfico.

La Figura 1.9 muestra una implementación de la técnica de *SparkLines*², utilizando eficazmente los mencionados conceptos.



Figura 1.9: Arreglo de Sparks dispuesto en un patrón de small multiples.

1.2.3. Semiología de los gráficos

Jacques Bertin[4] analiza en detalle la representación de gráficos en dos dimensiones construyendo un sistema completo de significación gráfica de la información. Bertin utiliza el concepto de *variable visual* como una característica propia de cada elemento de los objetos visuales. Las variables analizadas son siete:

| | |
|--------------------|--|
| Posición | Se refiere a la posición espacial donde el objeto va a ser dibujado. Bertin distingue tres tipos de variantes de posición para puntos, líneas y áreas. |
| Tamaño | Como el alto de una columna, el área de un símbolo, etc. |
| Color (Hue) | Responde a la longitud de onda del color correspondiente con que se pinta el objeto. |
| Intensidad | Responde al brillo o a la cantidad de componentes blancos dentro del color. |
| Forma | Es la variación del área que representa el objeto, por ejemplo, círculo, triángulo u otro tipo de símbolo. |

²<http://www.sparklines.org/> (Redirección al foro que mantiene Tufte con el fin de editar un capítulo sobre esta técnica en su nuevo libro.)

| | |
|--------------------|--|
| Orientación | Es la variación angular del objeto. |
| Textura | Responde a una manera en el dibujo y el relleno de los objetos. Si hablamos de líneas, un ejemplo podría ser una línea punteada. |

Bertin, luego analiza las diferentes asignaciones de variables visuales y su impacto sobre cuatro *niveles de percepción* distintos:

| | |
|---|--|
| Asociativo (\equiv) | Responde a la percepción de todos los objetos de una categoría, como por ejemplo, dónde se encuentran los peces o dónde las elevaciones montañosas. |
| Selectivo (\neq) | Responde a la percepción de objetos dentro de una categoría que poseen una particularidad, por ejemplo: dónde se encuentran los salmones o dónde se encuentran los picos de nieve eterna. |
| Ordinal (O) | Responde a la especificación de una variable particular cuantitativa y ordenada, como por ejemplo, dónde se encuentran los peces más ricos en proteínas o en que región existe mayor cantidad de precipitaciones. |
| Cuantitativo (Q) | Responde a la percepción de la razón entre dos o más objetos, permitiendo la comparación respecto de una característica, por ejemplo, dónde se encuentran los peces de más de tres metros de largo, o cómo se distribuye la densidad de población. |

Cada asignación de variables visuales resuelve con distinto grado de efectividad los cuatro diferentes niveles de percepción. Sobre esta base, Bertin analiza cada combinación. La Figura 1.10 refleja su recomendación y su grado de cardinalidad más efectivo: Por ejemplo, la *forma* es un atributo visual ideal para el *nivel asociativo*, pero no resulta eficaz en los niveles de *orden* y *cuantitativo*, donde el *tamaño* produce los mejores resultados.

1.3. HCI

Un sistema de visualización de datos debe ser simple de usar y no requerir de sofisticados conocimientos informáticos. Comúnmente los usuarios de estos sistemas son expertos en el dominio de datos en el cual el sistema de visualización se ha diseñado y no especialistas técnicos en computación.

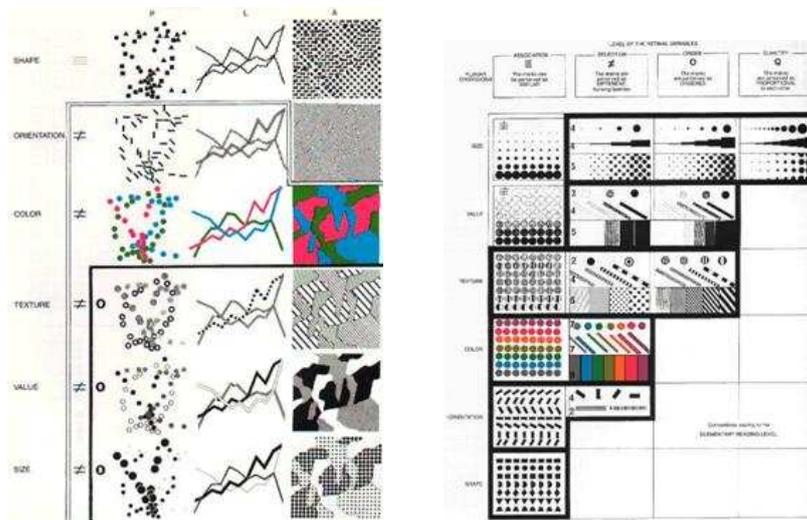


Figura 1.10: Recomendaciones de Bertin para la asignación de variables visuales y los niveles de percepción.

Es por eso que el éxito de los diseños se logrará en sistemas lo suficientemente flexibles para permitir la aplicación de distintas estrategias de análisis; y extensibles para permitir la fácil adaptación de nuevas técnicas.

Existen algunos aspectos en HCI que son especialmente importantes en los sistemas de visualización. Daremos un especial énfasis en los *aspectos cognitivos y perceptuales*.

Aspectos cognitivos La razón de ser de los sistemas de visualización es ayudar a los analistas a resolver problemas. Como hemos visto, estos problemas pueden ser la detección de patrones, comportamientos no deseados, etc. Es por eso que la *psicología del aprendizaje*, cuyo campo de estudio se centra en la estructura de la resolución de problemas, es de suma relevancia.

La semántica de la representación de los problemas puede determinar el grado de dificultad de su resolución: cuando se presentan problemas isomorfos, idénticos en forma pero con una diferente representación semántica se llevan a procesos cognitivos muchas veces independientes. Esto significa que cuando se aprende el método de resolución de un problema, este conocimiento no es utilizado en la resolución de un problema isomorfo.

Es por eso que los sistemas de visualización deberán ser diseñados teniendo en cuenta el proceso de resolución de problemas de los futuros usuarios.

Aspectos perceptuales Los sistemas de visualización pueden orientarse

hacia dos objetivos dentro del proceso de adquisición de conocimiento:

Orientadas a la investigación y análisis Dentro de este conjunto de visualizaciones el objetivo se centra en brindar al usuario las herramientas necesarias para la navegación y exploración de los datos con el objeto de la comprensión de la topología de los mismos. Se incluyen en este conjunto los objetivos de descubrimiento de los patrones subyacentes, reconocimiento de comportamientos no esperados, datos *out-liers*, etc.

Orientadas a la presentación y comunicación Luego que el analista ha trabajado con los datos y ha adquirido conocimiento nuevo, muchas veces es necesario comunicarlo a sus colegas, o simplemente presentarlo en informes entregables. Para ello los sistemas de visualización brindan las herramientas necesarias de generación de vistas donde la información se presenta de manera resumida para su eficaz comprensión.

1.3.1. Principios de diseño de interfases de usuario

El diseño de interfases de usuario (User Interface (UI)) efectivas deben considerar los siguientes puntos a tener en cuenta: deben ser *consistentes, predecibles y controlables*. A su vez, resulta fundamental conocer las necesidades y capacidades del cliente y, por sobre todas las cosas, tener su aprobación.

Interfases consistentes Más allá del diseño de interfases con el fin de simplificar la estadía del usuario frente a la computadora, el sistema debe proveer las funcionalidades requeridas. Cuando hablamos de *consistencia funcional*, nos referimos a que el sistema debe brindar el acceso a las funcionalidades en el contexto correspondiente, y sólo en ese.

Muchos de los errores que comúnmente cometen los usuarios es realizar operaciones no permitidas u operaciones en un contexto equivocado, como realizar una acción cuando la acción anterior no terminó. Un ejemplo es brindar las acciones de quitar el CD cuando el proceso de grabación no ha concluido.

Interfases predecibles El objetivo en este criterio es la reducción del tiempo de aprendizaje del sistema, permitiendo al usuario reconocer de antemano la respuesta del sistema ante ciertos eventos.

Una manera de conseguirlo es proveer de interfases similares para transacciones similares. De esta manera el usuario sólo debe aprender un tipo de operación, y para las demás sólo aprender las diferencias, si éstas existen.

Interfases controlables La idea es que el sistema responda a lo que el usuario le está pidiendo que haga. La reacción de un usuario de poseer el control total de la herramienta, transfiere la sensación de satisfacción al usuario.

Es preferible brindar un subconjunto menor de funcionalidades, lo suficientemente simples de usar, antes que un gran conjunto de acciones complejas. Otra visión, es incorporar dentro del mismo sistema interfases orientadas a usuarios novicios y otra para usuarios expertos.

Conocer al cliente Sin duda una buena práctica antes del comienzo del diseño de una interfase de usuario es tener en claro las capacidades, gustos y preferencias de los usuarios que utilizarán el producto que crearemos. Es un error común considerar que todos los usuarios son iguales, poseen las mismas limitaciones y gustos personales. Es por ello que si el sistema que estamos diseñados cuenta con públicos de diferentes edades, y habilidades informáticas, tenemos que tener en cuenta esas cuestiones como para aprovecharlas y diseñar la mejor solución para cada público.

Por ejemplo, si estamos diseñando un sistema para la compra de boletos de avión, podemos conocer de antemano qué perfil de conocimiento y preferencias poseen los viajeros.

Poseer la aceptación del cliente Esta característica es la más difícil de conseguir, ya que allí juegan sentimientos personales y particulares. No obstante, en los últimos años han aparecido un conjunto de sistemas que brindan al usuario la posibilidad de personalizar la apariencia del sistema mediante la elección de imágenes de fondo (*skins*), sonidos, etc.; que son juguetes para lograr fidelidad.

1.3.2. Evaluación de las interfases de usuario

Las UI utilizan criterios de evaluación más familiarizados con las ciencias sociales. La emisión de encuestas, medición de comportamientos, *feedback* de los usuarios, son prácticas frecuentes en este campo.

No obstante existen métricas y consideraciones objetivas. Ejemplo de ello son mediciones de tiempo de aprendizaje de nuevos procesos, medición de realización de tareas, porcentaje de errores humanos, tiempo de retención, etc.

Sin embargo la evaluación de estos resultados objetivos, conllevan a acciones poco definidas cuyo resultado esperado suele ser difícil de predecir. Ante estas situaciones, establecer ciclos de mejora continua resulta ser una metodología de diseño y de evaluación aceptable.

1.3.3. El diseño de interfases es sexy

Toby Broun³ plantea un interesante concepto acerca del diseño de interfases. A continuación se transcriben algunas ideas planteadas:

... La tarea de diseñar interfases comienza con un conjunto de requerimientos funcionales imprescindibles. Cubrirlos es un procedimiento cuasi-pragmático que no requiere ningún tipo de pizca creativa para desarrollarlo adecuadamente... Es concerniente a la naturaleza humana el intentar hacer, incluso las tareas más mundanas, un poco más agradables.

El diseño de interfases es una particular combinación entre el arte y el uso apropiado de *principios de usabilidad*. Las interfases son el nexo entre la computadora y la persona que se sienta delante de ella, traduciendo acciones programadas en conceptos visuales comprensibles. Un buen diseño permite la ejecución de las acciones definidas persuadiendo al usuario de una manera agradable para realizarlas...

One-size-fits-all, no es un concepto que se aplique en el diseño de interfases. Como la elección de ropa interior, o de un buen traje, el diseño de interfases requiere un ajuste perfecto. Así como varios locales deben visitarse antes de encontrar la prenda buscada, a menudo es necesario realizar varios diseños antes de encontrar la mejor solución.

³<http://www.tbid.com/>



Figura 1.11: En muchas ocasiones, el diseño de interfases se asemeja a la tarea de un sastre donde no siempre trabaja con el modelo más simple.

1.4. Psicología cognitiva

A medida que los gráficos informativos fueron haciéndose más complejos se han vuelto espacios potenciales de confusión. Errores en el diseño conllevan a producir desvíos en el enfoque y malas interpretaciones por parte del receptor. La psicología cognitiva[14] provee las bases para un mejor entendimiento del sistema perceptivo y proporciona de los criterios necesarios para la confección de guías de diseño de visualizaciones.

No se debe buscar justificaciones formales, recetas o pautas de diseño en este campo, sino un acercamiento en pos de conocer cuáles son los comportamientos más esperados de los usuarios y utilizarlos en el diseño.

1.4.1. Escuela de la Gestalt

La teoría gestáltica tuvo su nacimiento en 1912, desarrollada principalmente por Wertheimer, Köhler y Koffka. Para esta escuela, el fenómeno de la percepción consiste en la impresión de un movimiento producida por la exposición sucesiva de dos haces de luz. Así por ejemplo si se expone sobre una pantalla en forma reiterada y a intervalos muy cortos de tiempo una línea vertical seguida de otra línea vertical, lo que se ve es una sola línea que se mueve desde la posición de la primera línea a la de la segunda.

Los psicólogos de la Gestalt formularon una serie de leyes o principios que describen cómo se organiza el campo fenoménico de la percepción. Referidas específicamente al campo visual son:

Ley de la proximidad Los elementos del campo que están próximos en el espacio tienden a formar grupos.



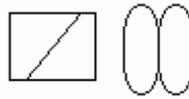
Ley de semejanza Los elementos cualitativamente idénticos o semejantes tienden a agruparse en unidades definidas.



Ley de las formas cerradas Los elementos que mejor encierran un espacio tienden a agruparse.



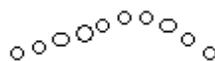
Ley de la pregnancia Según esta ley, la experiencia, sea espacial o temporal y cualquiera sea el órgano sensorial, tiende a asumir la mejor forma posible. La figura de la izquierda se percibe como un rectángulo dividido por una línea, en tanto que la figura de la derecha se percibe como dos elipses, una junto a la otra.



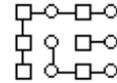
Ley del cierre Es un caso especial de la pregnancia. Las formas incompletas tienden a asumirse una forma completa o cerrada.



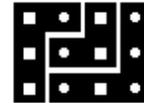
Ley de continuidad Los elementos dispuestos en direcciones y formas tienden a percibirse como un grupo. Por ejemplo puntos que forman una línea.



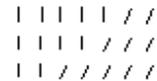
Ley de conectividad Similar a la continuidad, las líneas que unen los elementos causan la tendencia a percibirlos como un grupo.



Ley de región común Los elementos que están dispuestos en una región tienen a percibirse como un grupo.



Ley de orientación común Los elementos que poseen una orientación o un movimiento común tienden a percibirse como un grupo.



1.4.2. Sistema de percepción

La mayor parte del sistema del procesamiento de la información visual de los humanos es automático. La característica fundamental de los procesos automáticos reside en el hecho de ser veloces así como el no requerimiento de conciencia y atención que limite la capacidad de resolver otras tareas. Es decir, el acto perceptivo se realiza en el mismo momento en que el sujeto desarrolla otras tareas, sin que ninguna de estas tareas vaya en desmedro de las otras. Antagónicamente a esta característica, tareas tales como la lectura o la resolución de problemas son de capacidad limitada, requiriendo que la atención se centre en el hecho concreto.

La percepción juega un importante papel en el diseño de visualizaciones efectivas. Comprender los aspectos referentes a la percepción es fundamental en este aspecto.

1.4.3. Procesamiento preatencional

Por muchos años se ha investigado cómo el sistema de visión humano analiza las imágenes. Un importante resultado fue el descubrimiento que un conjunto de propiedades visuales es detectado más rápidamente y con mayor precisión por el sistema de visión de bajo nivel. A este conjunto de propiedades se las llamó *preatencionales*[32] o *preatentivas*, ya que su detección parece preceder al momento de atención. Para comprender el concepto de procesamiento preatencional, consideremos el siguiente ejemplo:

Tomemos un grupo de círculos de color azul y un círculo de color rojo dispuestos aleatoriamente sobre un espacio de manera que la atención no se encuentre prefijada sobre ningún objeto (Figura 1.12). Antes que el observador pueda enfocar la atención sobre algún objeto y comience una tarea consistente de búsqueda y comprensión de estructuras, la tarea de detección del círculo rojo ya fue completada. Esta tarea fue desarrollada antes que el ojo pueda enfocar en una sección particular del espacio, tarea que consume entre 200 y 250 milisegundos. A ese conjunto de tareas

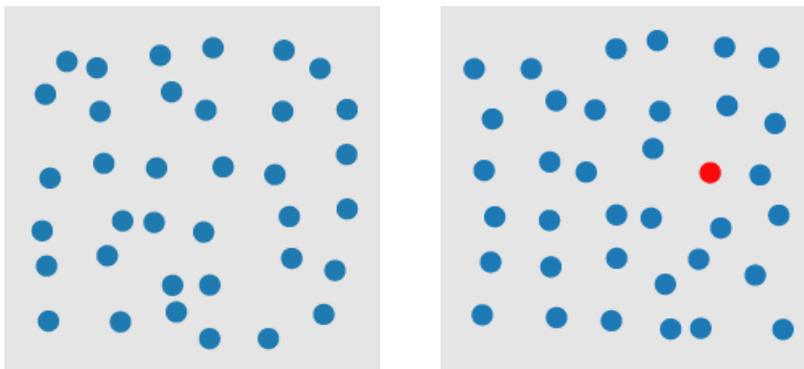


Figura 1.12: Ejemplo de detección de un target basado en diferencia de color.

que son desarrolladas en menos de 250 milisegundos se las conoce como preatencionales. Sólo existe un conjunto de propiedades visuales son procesadas de esta manera. Su utilización en el diseño de visualizaciones es fundamental, ya que permite al diseñador conocer cuáles características son percibidas de manera inmediata, cuáles variables visuales son buenas discriminadoras, cuáles inducen a confusión, etc.

Healey[13] describe una vasta cantidad de aportes al área donde se destaca una variedad de teorías que intentan explicar el fenómeno del proceso preatencional. Con lo cuál se percibe que no existe un consenso

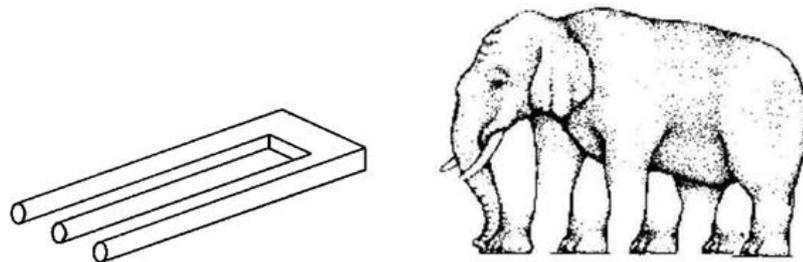
entre los expertos. A los meros efectos de las tareas del diseñador, conviene acercarse a la problemática sabiendo tomar distancia, y no buscar justificaciones absolutas en este campo.

1.4.4. Aspectos perceptivos

El sistema de percepción humano es complejo. No sólo es determinado por un patrón de estímulos sino que luego de la estimulación, el mensaje es completado y refinado en una búsqueda por la mejor interpretación. Es decir, el mensaje siempre es completado en el observador dando la posibilidad que éste interprete un contenido diferente a la idea originada. Esta tarea de refinamiento utiliza entre otras cosas, la experiencia natural propia del observador y la inducida por estímulos recientes.

Los objetos y las cosas que percibimos diariamente desde el comienzo de nuestra vida son mayormente naturales. Estamos acostumbrados a percibir colores, luces y sombras, perspectivas, ángulos, texturas y objetos en movimientos suaves y continuos. Esta experiencia es la base de la generación del concepto de esperable, ligado a la información y a la entropía. Muchas veces no esperamos a que se complete la transmisión del mensaje o terminar de observar una imagen, para ya tener preconsolidada la idea y al terminar la transmisión, sólo la reafirmamos. Pero cuando el final del mensaje o el fin de la observación de la imagen contradice al concepto construido anteriormente en el receptor existe un fenómeno de contradicción y de confusión (Figura 1.13). En lo que respecta a la

Figura 1.13: *Tendencia del observador a formar objetos imposibles de construir o irreales.*



percepción visual, la interferencia de la experiencia es preponderante. Es fundamental que el diseñador de visualizaciones identifique y pueda combatir los problemas de interpretación subjetiva. Si se trabaja con vistas pseudo-tridimensionales, hay que estar alerta en el uso de la forma, la perspectiva y la iluminación. Los elementos de contexto incorporados en

la vista deben ser reforzar la metáfora tridimensional y ser consistentes en todo momento (Figura 1.14). Las problemáticas perceptuales en la



Figura 1.14: Las líneas de perspectiva estimulan a percibir diferencias en el tamaño de los personajes, aunque ambos tienen el mismo.

construcción de una imagen en perspectiva son bien conocidas. Es por eso que algunos diseñadores optan por evitar trabajar con este procedimiento y producir visualizaciones no-realistas (planas, abstractas, sin ilusión de una tercera dimensión). Esta estrategia de ruptura de la metáfora realista (Figura 1.15) cuenta con la ventaja de la reducción de la experiencia natural y predispone al observador a enfrentarse con un ambiente abstracto y desprejuiciado. No obstante, esta estrategia no implica la eliminación de la experiencia natural del observador. La Figura 1.16 presenta un diagrama de *scatterplot* con puntos de diferente tamaño según cierta variable categórica. En este caso, cierto conjunto de observadores calificados, está tentado a percibir *La Cruz de Sur* como estructura emergente.

Figura 1.15: Mapa de las líneas de subterráneos londinenses, basado en el diseño de Harry Beck de 1931.

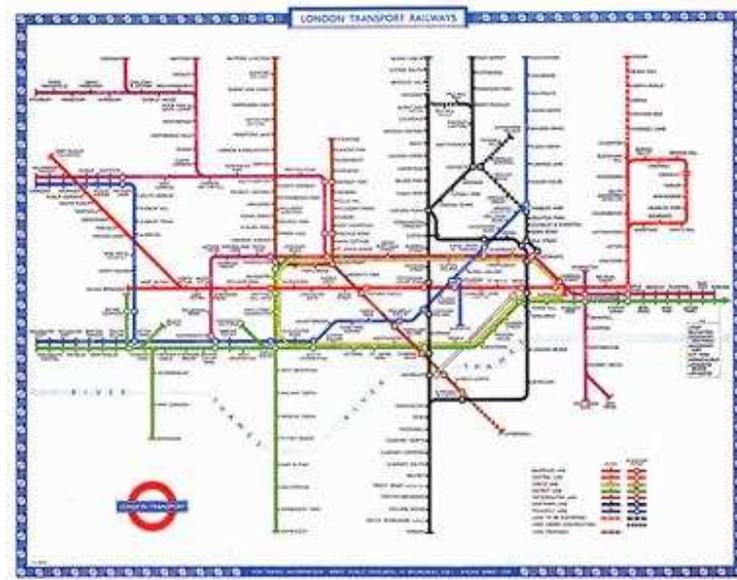
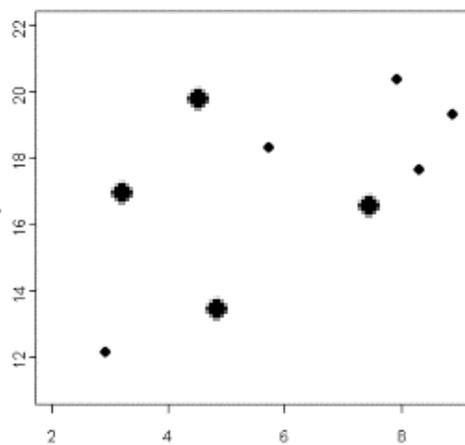


Figura 1.16: En el scatterplot, La Cruz del Sur aparece como estructura emergente.



1.5. Conceptos teóricos

1.5.1. Modelos de referencia (Pipeline de visualización)

Durante los últimos años se ha trabajado en la formalización de distintos modelos de representación de espíritu y características similares. Existen varios modelos de referencia [8, 7, 6, 24] que estructuran la confección y el diseño de visualizaciones, permitiendo luego la comparación y la contrastación de dichas visualizaciones. La idea subyacente a los distintos modelos es encontrar un camino de transformaciones desde el dato crudo hasta la representación visual en una vista (*Pipeline de visualización*). La Figura 1.17 representa el modelo planteado en [7], donde se incluye la interacción del observador activo en las distintas etapas. El hito más rele-

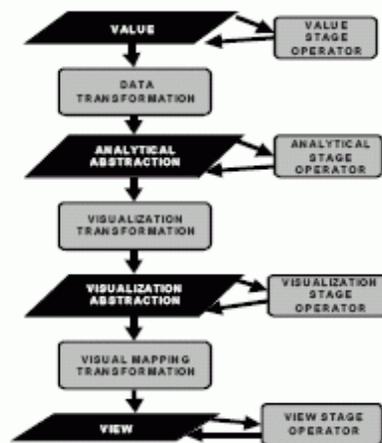


Figura 1.17: Modelo de referencia propuesto por Chi.

vante en el proceso es la *Transformación Visual* de los datos estructurados y mejorados en estructuras visuales. En esta etapa se generan los aportes más creativos y distintivos donde se utilizan distintas técnicas de asignación o mapeo de variables espaciales y primitivas visuales, percepción y agrupamiento entre otras para lograr estructuras visuales más efectivas.

No obstante, sin interacción no existirían sistemas de visualización por lo cual el diseño no estaría completo sin la inclusión de mecanismos que brinden al observador la posibilidad de interacción sobre la vista e incluso sobre las demás etapas.

En las siguientes dos secciones se detallarán criterios y técnicas sobre la

transformación visual y la interacción sobre los sistemas de Visualización de Información.

1.5.2. Criterios de transformaciones visuales

El estudio continuo de esta disciplina ha generado algunos nichos de investigación. Dentro de este conjunto se destacan aspectos como la *distorsión*, el *refuerzo en asignaciones visuales*, el *reordenamiento de variables*, la *reducción de espacios multidimensionales*, entre otros.

Uno de los problemas comunes asociados a las vistas con gran cantidad de datos, es cómo distribuirlos en un espacio relativamente pequeño como es el de un monitor de computadora. La aproximación más intuitiva y natural es dividir la cantidad total de información presentar sólo una porción, brindando los mecanismos de acceso a la restante, a modo de paginado. Otra alternativa es brindar mecanismos de recupero a cierta información relevante.

En contraposición a esta postura, en los últimos años se ha incrementado el interés por las presentaciones que utilizan técnicas de distorsión de escala. La idea común en estas técnicas es la de proveer un sistema de presentación de los objetos en escalas no uniformes, permitiendo contar con secciones de mayor escala, para situar los objetos en *foco*, y secciones con escala menor, para los objetos de *contexto*.

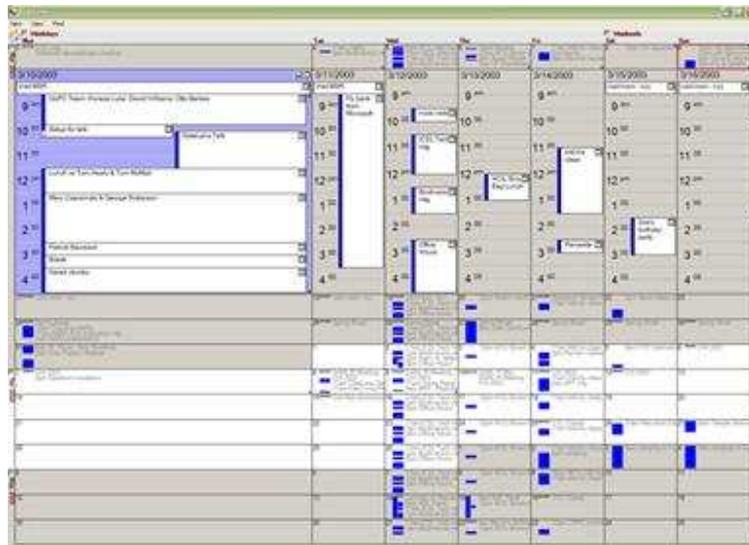
John Lamping, Ramana Rao, y Peter Pirolli[16], presentan una interesante técnica de distorsión de escala para manipular grandes estructuras jerárquicas basándose en la utilización de geometrías no euclidianas, en este caso *geometría hiperbólica* (Figura 1.18). La información jerárquica se presenta en un plano hiperbólico utilizando la transformación de Poincaré del plano en un disco. Leung y Apperley[19] pasan revista a las técnicas y proponen una taxonomía de los diferentes mecanismos de distorsión.

1.5.3. Criterios de interacción

Shneiderman[28] plantea el siguiente conjunto de siete tareas, como las más relevantes a tener en cuenta en el diseño de UI para sistemas interactivos.

comunidad de diseñadores, es la de aplicar la distorsión *ojo de pez* (*fisheye*) para obtener foco y contexto en la misma vista, presentando distintos niveles de escala, dando los niveles de escala mayores a la sección en detalle. DateLens[2] es una agenda que utiliza la técnica de *fisheye* para presentar los días y rango de horas de interés con mayor espacio y el resto de la semana con uno menor (Figura 1.20).

Figura 1.20: Ejemplo de la técnica de *fisheye* implementada en DateLens.



Escala (Zoom) Los observadores usualmente poseen interés en una porción particular de los datos, por lo cual resulta necesario permitir controlar el nivel de escala de la vista. Es importante que esta transformación de escala se realice mediante cambios suaves y graduales (Figura 1.21) desde una escala a la otra para preservar el sentido de posición y contexto. Este mismo mecanismo de cambio progresivo es utilizado también en otro tipo de animaciones, como por ejemplo la translación (*panning*) y la rotación de la vista, la aparición o desaparición de ciertos elementos, etc.

Filtrado Permitir filtrar los elementos no interesantes y eliminarlos de la vista. Al permitir a los usuarios controlar el contenido de la vista, los usuarios pueden enfocarse más rápidamente en los elementos que le interesen. Para ello, controles como las barras de deslizamiento (*sliders*), o los exploradores de atributos son los más efectivos. A partir de esta idea, se ha desarrollado el concepto de

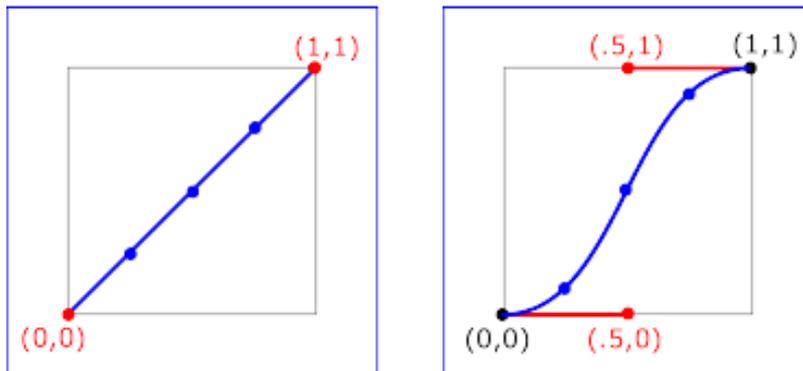


Figura 1.21: La especificación SVG permite la declaración de animaciones guiadas a través de B-splines que controlan el valor de los atributos animados en el tiempo. La figura de la derecha representa la estrategia de animación *slow-start-slow-end*.

consultas dinámicas (*dynamic queries*), que será desarrollada más adelante.

Detalles por demanda Cuando la vista está compuesta por una gran cantidad de objetos, incorporar la información de detalle de todos ellos conlleva a la confusión y a la sobrecarga de información en la vista. La idea de este concepto es brindar al observador la posibilidad de solicitar información detallada sobre un elemento o un grupo de elementos seleccionado cuando éste lo solicite. La estrategia más común es presentar una ventana *pop-up* o una *tooltip* ante eventos simples como *onclick* u *onmouseover*.

Relacionar Permitir al observador reconocer las relaciones entre los objetos (Figura 1.22). Este concepto presenta un desafío para los diseñadores ya que la manera de presentar las relaciones varía según cada dominio de datos.

En FilmFinder[1], un sistema de visualización de películas, al seleccionar el atributo Director del objeto que representa una película, se iluminan el resto de las películas dirigidas por el mismo director.

Historia Mantener la historia de acciones realizadas por los operadores para permitir volver a un estado anterior (*undo actions*) o repetir una acción (*replay actions*). Si bien es una meta que el observador logre su objetivo de información en una cantidad mínima de pasos, es poco común que lo realice en uno sólo. El proceso exploratorio es inherentemente iterativo, por lo cual resulta muy beneficioso mantener el historial de acciones.

Extracción Permitir extraer una porción de los objetos de la vista para su tratamiento posterior, o bien para separación del análisis. Una vez que los analistas han obtenido el objeto o el conjunto de objetos de

Figura 1.22: Ejemplo de resolución la tarea Relacionar implementada por FilmFinder.



análisis, es deseable separarlos de la vista inicial para tratarlos de una manera particular, como por ejemplo realizar comparaciones más precisas. Esta idea es tomada de una necesidad natural de refinamiento en la selección de procedimientos más generales a más específicos.

1.5.4. Manipulación directa

El concepto *manipulación directa* es un estilo de controles definido por Shneiderman[26] que posee como característica principal la representación de los objetos de interés de manera veloz, permitiendo acciones incrementales y reversibles con *feedback* inmediato del sistema. El objetivo es permitir a los usuarios interactuar los objetos que se le presentan utilizando controles manipulables similares a objetos del mundo real. La incorporación de metáforas visuales adaptadas a los controles de acciones de filtrado y selección, permite a los usuarios la inmediata comprensión de la utilidad y las funcionalidades provistas por dicho control. El *feedback* incremental permite a los usuarios cometer menor cantidad de errores y realizar tareas en menor cantidad de tiempo, ya que los resultados se presentan inmediatamente antes de completar la acción.

Un ejemplo de manipulación directa se implementa en los *Exploradores de Atributos* de Spence y Tweedie[30]. Esta técnica cuenta con unos controles debajo de cada histograma que permite describir los rangos de los atributos de manera interactiva, presentando los objetos que cumplen

con todas las condiciones en un color destacable. Las ventajas de contar

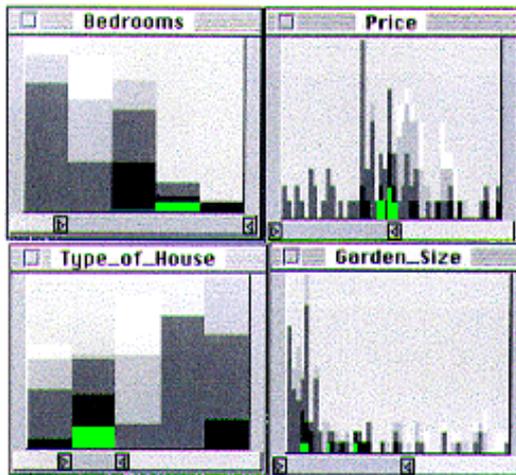


Figura 1.23: Los rectángulos en verde dentro de los histogramas representan los objetos que satisfacen todas las condiciones.

con estrategias de manipulación directa pueden resumirse en la siguiente lista:

- Presentación visual de los componentes de la consulta.
- Presentación visual de los resultados.
- Contar con acciones rápidas, incrementales y reversibles.
- Selección punteando y no tipeando.
- Inmediata respuesta y *feedback* continuo.
- Reduce errores humanos.
- Incita a la exploración.

La implementación de estrategias de manipulación directa sobre procesos de consulta y de recuperación de datos, deriva en la implementación de las *Dynamic Queries*[27]. La Figura 1.24 presenta a HomeFinder[38] donde se han construido controles especiales como *sliders*, botones, combos, etc.

Figura 1.24: Sobre la derecha de la vista se presentan los controles de interacción que implementan la técnica de queries dinámicas.



1.5.5. Taxonomía de los sistemas de Visualización de Información

Existen algunas aproximaciones para conformar una taxonomía de sistemas de visualización; a continuación, se describe la taxonomía propuesta originalmente por Shneiderman[28], replanteada luego por North[22]. Hoy en día, la taxonomía conjuntamente con ejemplos y material relacionado es mantenida por Michael Reed y Dan Heller en OLIVE⁴, referencia obligada para los investigadores del área:

Datos temporales La aproximación más directa de presentar datos temporales es mediante el uso de listas ordenadas. No obstante, existen dos tareas que los sistemas de visualización deberán subsanar: el hecho de que los eventos temporales pueden sucederse simultáneamente o solaparse; y el hecho de presentar en una misma vista eventos de medidas disímiles (minutos y meses).

Datos unidimensionales (1D) Los datos unidimensionales comúnmente son presentados en listas: un ejemplo son los sistemas de recuadro de documentos. En algunos casos las listas exceden el tamaño de la pantalla por lo cual es necesario proveer mecanismos de paginado para facilitar la navegación o estrategias de distorsión.

Datos bidimensionales (2D) Ejemplos de aplicaciones que utilizan da-

⁴<http://www.otal.umd.edu/Olive/>

tos bidimensionales son los sistemas Geographic Information System (GIS), diseño de VLSI, Computer-Aided Design (CAD), etc. En estos casos, es importante poder reforzar la percepción de distancias, magnitudes, orientaciones y demás aspectos espaciales.

Datos tridimensionales (3D) El diseño de visualizaciones 3D trabaja comúnmente con la descripción de objetos reales con un fuerte compromiso espacial, como el cuerpo humano, construcciones arquitectónicas e industriales, moléculas, etc.; este tipo de visualizaciones es más común en las visualizaciones científicas. En este caso es necesario contar con interacciones de rotación y control sobre la iluminación y transparencias para combatir el ocultamiento de objetos.

Datos multidimensionales (MultiD) Los sistemas de visualización multidimensionales presentan datos donde el aspecto espacial no es el primario. Ejemplos de este tipo de aplicaciones se utilizan en la presentación de acciones en la bolsa, fraude crediticio y estudios estadísticos en general. Las *coordenadas paralelas* (Figura 1.25) de Inselberg[15] proporcionan un método muy interesante para presentar información multidimensional en ejes verticales paralelos.

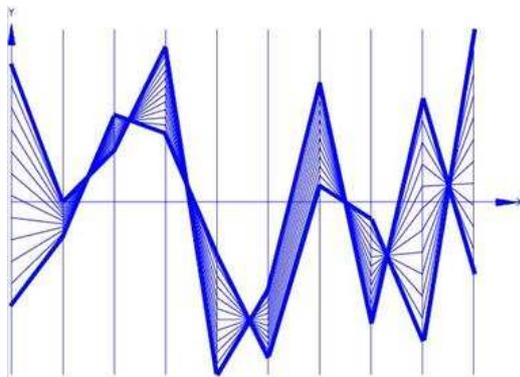


Figura 1.25: Ejemplo de la técnica de Coordenadas Paralelas propuesta por Inselberg.

Árboles Los árboles son estructuras que representan información jerárquica. La presentación más común de los árboles consiste en vistas 2D donde los nodos hijos son dispuestos debajo o a la derecha de los padres. Técnicas más recientes permiten efectuar búsquedas y comparaciones y tratar sobre árboles de mayor magnitud.

Redes Las redes, o grafos, consisten en un conjunto de nodos y ejes, donde los nodos representan los objetos y los ejes las relaciones

entre ellos. Los grafos de poco tamaño son simples de dibujar, no obstante facilitar la comprensión de la estructura y permitir interacciones efectivas en los de mayor cantidad de nodos y relaciones, es una tarea compleja. El dibujo de grafos ha aportado técnicas como el dibujo de grafos ortogonales, dibujo basado en fuerzas, grafos planares, etc.

Entornos Este grupo de sistemas se enfocan en combatir las problemáticas del tratamiento del espacio de trabajo, el uso eficaz de ventanas y de organización de la información. Estos sistemas no tratan de incorporar mayor cantidad de información, sino de acomodarla de manera que los usuarios puedan trabajar con ella de una manera más eficiente.

Dentro de esta taxonomía, los datos documentales no poseen su propio grupo. No obstante, numerosos sistemas de visualización de documentos aparecen referenciados en los grupos 1D, 2D y redes, ya que su elección en la abstracción de datos se asemeja a la usada en esos grupos. A nuestro parecer, las interacciones, los tipos de búsquedas y navegación que poseen los sistemas de visualización de documentos merecen ser tratados en forma particular y formar un nuevo grupo.

1.5.6. Desafíos y tareas pendientes

Como hemos visto, los sistemas de visualización son capaces de ser utilizados en casi cualquier dominio de datos. Lo que en los comienzos era una exclusividad de los dominios científicos, en la actualidad ya no lo es, incluso algunos proyectos que comenzaron en el ambiente académico hoy se han insertado en el mercado comercial (Spotfire⁵, NetMap Analytics⁶).

De todas maneras, existen algunos aspectos que aún no se han resuelto de una manera aceptada por la comunidad. La problemática que la INFOVIS está tratando de abordar en la conferencia del 2005 se centra en promover el desarrollo de *benchmarks* y métodos de evaluación de sistemas de visualización.

Hoy en día existe una mayor demanda para el diseño de visualizaciones ampliando la cantidad de dominios y los dispositivos de presentación.

⁵<http://www.spotfire.com/>

⁶<http://www.netmap.com/>

Por ejemplo, las visualizaciones de datos en tiempo real para el monitoreo de eventos científicos o comerciales, requieren aplicar técnicas de compresión y comunicación, manejo de memoria y estructuras de datos acordes para permitir presentar información contemplando las restricciones temporales.

Asimismo, los dispositivos utilizados para presentar visualizaciones se han diversificado de manera radical en la última década. Hoy en día es posible ver sistemas de visualización desarrollados para Personal Digital Assistant (PDA) y teléfonos celulares (Figura 1.26), presentando un interesante desafío para los diseñadores. Dentro de las tareas se incluyen crear nuevas técnicas o cómo incorporar las técnicas ya creadas para pantallas de computadoras a pantallas de menor tamaño; e incluso, cómo proveer mecanismos efectivos de interacción. La naturaleza de los



Figura 1.26: Ejemplo de sistema de visualización creado para celulares.

dominios de datos multidimensionales y documentales es particularmente compleja. No existen técnicas de aplicación inmediata por lo cual, para crear sistemas efectivos se requiere de gran capacidad de diseño, conocimiento del área y creatividad.

Capítulo 2

Interfases visuales en Sistemas IR

El proceso de recupero de información es estructuralmente impreciso. Los usuarios al sentarse frente al sistema, por lo habitual no poseen un plan claro de cómo lograr el objetivo de encontrar información relevante a su necesidad. Muchas veces este proceso involucra realizar varias consultas, adquirir conocimiento de contexto acerca del dominio de información, replantear el objetivo de búsqueda, hasta conseguir el o los documentos de interés. Incluso, es necesario que los usuarios realicen una sucesión de interacciones para determinar cómo reacciona el sistema ante las distintas búsquedas. Es por ello, que es necesario contar con interfases efectivas para lograr que el aprendizaje y la comprensión por parte del usuario de las respuestas del sistema sea igual de efectivo.

Los objetivos pueden variar en distintos niveles de especificidad: desde la búsqueda por un determinado especialista médico, conocer aspectos respecto de la competencia, hasta una investigación exhaustiva de un tema estipulado. Las interfases deben satisfacer el amplio rango de objetivos de búsqueda que los usuarios plantean, para permitir que sendas tareas puedan resolverse con los mismos niveles de efectividad.

2.1. Modelo iterativo de interacción

De los modelos de interacción comúnmente utilizados se destaca el *proceso iterativo de refinamiento de búsqueda*. Este ciclo consiste en la especificación de una consulta, la recepción y evaluación de los resultados y por último, la conformidad que lleva al fin del proceso, o la reformulación de la consulta repitiéndolo hasta que se obtiene el resultado esperado. Este modelo simple de interacción[21] es el más utilizado por los sistemas Information Retrieval (IR):

1. Definir una necesidad de información.
2. Seleccionar un sistema de recupero de información y un conjunto de documentos dónde buscar.
3. Formular una consulta.
4. Enviar la consulta al sistema.
5. Recibir los resultados.
6. Examinarlos, evaluarlos e interpretarlos.
7. Encontrar dentro de los resultados el o los documentos relevantes y finalizar.
8. Reformular la consulta y reenviarla al sistema.

Es de suponer que muchos usuarios conocen el dominio de información y la terminología particular de manera adecuada, así como también la tecnología de recuperación utilizada. Esto les permite predecir las respuestas del sistema y reconocer por sus propios medios, la relevancia de los documentos recuperados. Cuando esto ocurre, los usuarios construyen consultas de manera rápida e intuitiva y reconocen los documentos que más satisfacen su necesidad de información. No obstante, cuando los usuarios poseen un conocimiento vago sobre el dominio de información o no cuentan con la experiencia acorde, la construcción de las consultas se transforma en una tarea compleja.

Es en estos casos es donde el proceso iterativo se involucra más en la interacción. Esto hace que los usuarios accedan a una postura más dinámica durante el desarrollo del proceso, lo que les permite aprender y eventualmente replantear sus objetivos de información. Ellos examinan

los resultados, leen los títulos, los resúmenes e incluso parte de los documentos recuperados y obtienen así información complementaria, lo que no necesariamente responde al objetivo inicial de recuperar los documentos relevantes a la necesidad, sino que se enmarca en un intento de ampliar el conocimiento del dominio de búsqueda y del comportamiento del sistema.

2.1.1. Aproximación gradual a la información

La adquisición de información posee implícita una estrategia de aproximación gradual. Sólo los usuarios expertos, y a veces ni siquiera ellos, son capaces de recuperar el documento que responda a la necesidad con un mínimo conjunto de interacciones al sistema mediante consultas específicas. Tomemos como ejemplo la analogía de búsqueda de un número oculto: de ser posible efectuar preguntas que respondan el rango de pertenencia de este número, es viable encontrarlo en un número menor de preguntas de realizarse las consultas afines. Comúnmente los usuarios se comportan de esta manera al interactuar con los sistemas IR, estrategia que debe ser contemplada por diseñadores para hacer este proceso más eficaz y atractivo.

Además de resolver los requerimientos de performance y precisión en el recupero de documentos, los sistemas IR deben responder eficientemente optimizando el tiempo total de su utilización y participación en la tarea que los contiene. En procesos iterativos, éste se calcula en su conjunto, por lo cual para reducir el tiempo de utilización es necesario reducir la cantidad de interacciones.

Como respuesta eficaz a este requerimiento, los sistemas IR deben resolver un objetivo dual: ser precisos emitiendo una cantidad significativa de documentos relevantes a la necesidad; y ser explicativos en la devolución, para ayudar al usuario en potenciales refinamientos.

Cuando no se alcanza el objetivo total o parcial en la evaluación de los resultados, se realiza una nueva iteración. Esto suele deberse a una formulación imprecisa o demasiado general de la consulta causada por un conocimiento incompleto del usuario tanto del dominio de información como del comportamiento del sistema.

La sola presentación de una lista de resultados, propuesto por los sistemas de recupero tradicionales, no resulta la mejor estrategia para el

fortalecimiento del conocimiento sobre el dominio de información. Por lo tanto, resulta necesario incorporar al proceso un espacio donde presentar información de carácter conceptual y explicativo.

Una solución es brindar información general como paso previo al inicio del proceso, mediante la presentación de información resumida y estructural acerca de la colección de los documentos. De esta manera, los usuarios podrán adquirir el conocimiento necesario sobre el dominio de información para luego abocarse a la necesidad original más específica. Esta propuesta plantea la división bien marcada del proceso, dando facilidades para requerir respuestas generales al inicio y específicas para la refinación, enmarcando el proceso de aproximación gradual. La división y separación de interfases no siempre produce el efecto de aceptación deseado, ya que requiere que los usuarios aprendan el comportamiento de dos sistemas distintos.

Existe otra solución que presenta una devolución de los resultados con una postura más orientadora optando por incluir resultados cercanos al objetivo (*near-miss*) en vez de respuestas estrictamente correctas. Un ejemplo de ello, son las presentaciones de resultados que dan prioridad a los documentos que representan mejor los aspectos conceptuales del dominio deducido por la consulta y que no contienen rigurosamente el total de las palabras claves. El fin de ello es que estos documentos brinden la información complementaria que ayude a los usuarios a formular nuevas consultas.

2.1.2. Características del modelo de interacción

Los sistemas IR tradicionales proporcionan el acceso a los documentos recuperados a través de listas ordenadas según algún criterio de relevancia, que en algunos casos difiere del criterio de relevancia del usuario. Como consecuencia, los resultados con una misma temática pueden ubicarse en posiciones no contiguas, dificultando al usuario tanto descartar los documentos no relevantes, como darle un tratamiento particular a los relevantes según su criterio.

A su vez, una presentación que incluye una gran cantidad de resultados posibles, atenta contra la correcta evaluación y usualmente no llega a ser examinada más allá de las primeras páginas. De tener la opción de un mecanismo de separación de los resultados no deseados, esto permitiría reducir la cantidad de iteraciones al sistema.

Dentro del proceso de acceso a la información, existen acciones que no involucran precisamente búsquedas. Son acciones que se realizan sobre los documentos recuperados como la lectura, la clasificación, la elaboración de resúmenes y la construcción de un orden o criterio propio, entre otras. Estas acciones se realizan constantemente y ayudan al proceso de refinamiento y aproximación gradual de los objetivos de información.

A partir de estas observaciones, resulta conveniente destinar un espacio para el análisis y el tratamiento de los resultados y contar con UI que brinden las facilidades para ello.

El objetivo principal de los sistemas IR no es proporcionar información nueva, como la construcción de resúmenes e información estructural, o reconocer palabras clave; sino recuperar ciertos documentos existentes a partir de condiciones expresadas. No obstante, la incorporación de estos métodos, mediante por ejemplo técnicas de Visualización de Información, pueden reforzar a los sistemas IR, en pos de brindar soluciones integrales con mayores servicios a los usuarios.

2.2. Estudio de las interfases de usuarios

Tomando como referencia el proceso iterativo de interacción, se puede tomar etapa por etapa y generar, para cada una de ellas, un espacio donde poder incorporar mejoras. La propia estructura del modelo orienta la investigación y permite organizar el trabajo ya sea para la descripción del estado del arte o la generación de ideas nuevas.

Esta estructura de presentación es tomada por Hearts[21] para describir las diferentes interfases visuales de los sistemas IR. En el presente trabajo, tomaremos dicha estructura y describiremos un conjunto de nuevos sistemas que han sido desarrollados en los últimos años.

2.2.1. Presentaciones iniciales

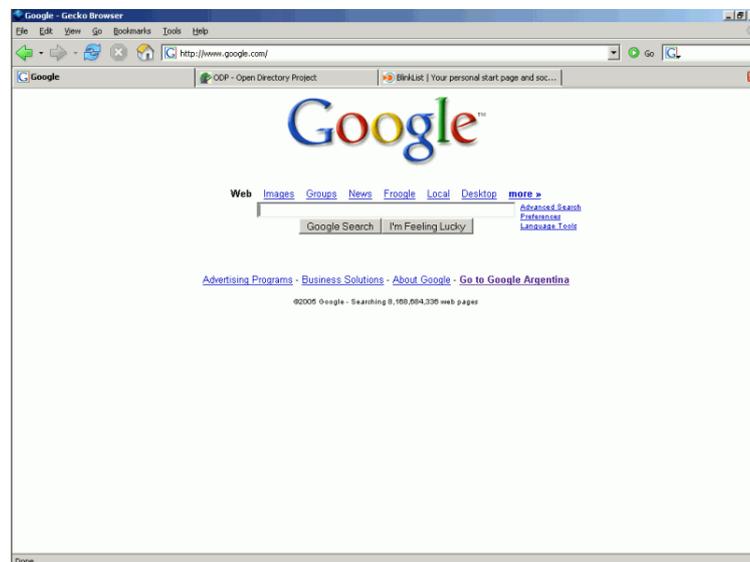
Las UI de los sistemas IR cuentan con una primera pantalla donde se presentan las capacidades de búsqueda y se dan a conocer las distintas opciones de interacción. Deben ser lo suficientemente explicativas para iniciar la experiencia del usuario brindando cierta información de las colecciones de documentos e indicios del funcionamiento del sistema.

Los usuarios habitualmente inician el proceso de búsqueda mediante una consulta corta, testean los resultados y luego modifican las consultas en un proceso cíclico e incrementado de refinamiento. Las consultas iniciales son usadas para ver qué tipo de resultados reproduce el sistema y tener una idea más formada para reformular la consulta. Este comportamiento se encuentra con mayor frecuencia entre los usuarios novicios. Por lo contrario los expertos son capaces de saltar este paso inicial.

Google y la perfección de la simpleza

Las presentaciones iniciales deberán ser lo suficientemente flexibles como para contemplar ambas estrategias: deberán ayudar a los usuarios principiantes y brindar accesos rápidos para los más experimentados. En la Figura 2.1, se detalla la presentación inicial de Google¹. Allí podemos distinguir una zona de acceso a búsquedas en las distintas colecciones disponibles y la posibilidad de acceder a una interfaz de búsqueda avanzada. Google ha incorporado la peculiar funcionalidad de insertar un bo-

Figura 2.1: Presentación inicial de Google.



tón de acceso directo al primer resultado. De utilizar esta opción el usuario accede al primer documento según el criterio de relevancia utilizado por Google en una sola interacción saltando el paso de devolución de resultados.

¹<http://www.google.com/>

El diseño de la pantalla inicial de Google es simple y austero priorizando los accesos a las funciones de búsqueda más utilizados. También es posible realizar búsquedas utilizando opciones más avanzadas accediendo a la opción dispuesta para tal fin. A diferencia de los demás buscadores populares de Internet, Google ha optado por incorporar sólo los accesos a las funciones de recupero, quitando las imágenes y demás contenido no relevante a las búsquedas. Y lo ha hecho de un modo eficaz, siendo la pantalla inicial más liviana y que más rápido se descarga. Esto permite situar al usuario en las condiciones óptimas para comenzar el proceso de búsqueda.

Esta decisión de diseño, ya marca consolidada de los productos Google, se debe en parte a sus competidores iniciales (Yahoo!², Altavista³, Lycos⁴, entre otros) tomando las experiencias negativas y situarse en una posición bien diferenciada. Estos otros buscadores, ya se habían orientado a portales de contenido y servicios, incluyendo en sus presentaciones iniciales, información poco útil para los usuarios que querían iniciar búsquedas. Al dirigirse a este segmento de usuarios en particular, Google se enfocó en el diseño de buenos algoritmos de recupero y relevancia, optando por devoluciones austeras y livianas que se descargan muy velozmente.

Directorios, Listas de Colecciones y Favoritos

Otra opción de presentaciones iniciales es brindar a los usuarios un directorio de colecciones de documentos dispuesto de manera acorde para guiarlos en su búsqueda. Los usuarios, antes de efectuar la búsqueda, practican una navegación jerárquica por el índice de las colecciones. En estos casos, la búsqueda se realiza priorizando los documentos pertenecientes a la colección seleccionada.

Los usuarios que utilizan este tipo de presentaciones iniciales, en el momento de iniciar el proceso de búsqueda ya han transitado por un conjunto de pantallas, donde han incorporado conocimiento del contexto descubriendo las distintas divisiones de la colección, lo que les permiten contar con los indicios para anticipar qué tipo de resultados devolverá el sistema. Asimismo, en cada elección, al optar por una colección se es-

²<http://www.yahoo.com/>

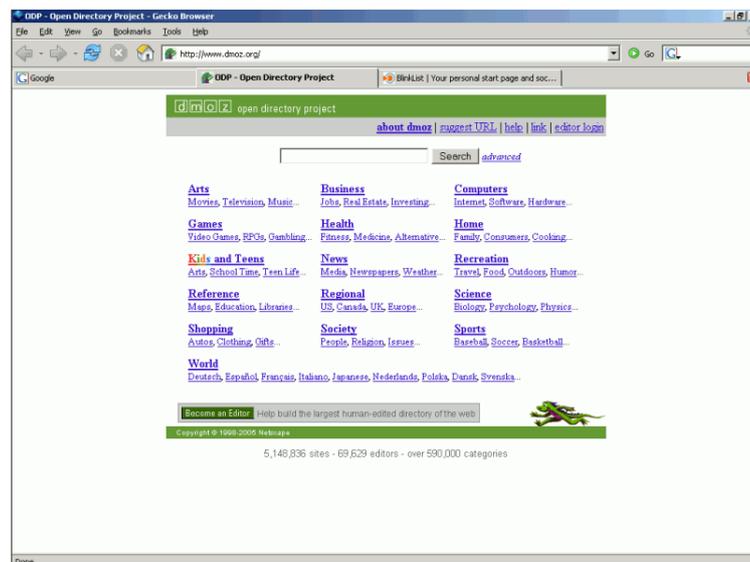
³<http://www.altavista.com/>

⁴<http://www.lycos.com/>

tán dejando de lado las demás; lo que permite establecer opciones de navegación alternativas.

El Open Directory Project (ODP) (Figura 2.2), es un proyecto colaborativo que ha confeccionado uno de los directorios más completos de la web, apoyándose en una gran cantidad de editores voluntarios. Este directorio, utilizado como base por Google Directory⁵, está organizado en distintos niveles de acuerdo a una estructura jerárquica también generada por la comunidad. Acompañando este tipo de proyecto colaborativo de edición voluntaria, existen los directorios ChefMoz⁶ orientado a búsquedas de restaurantes, MusicMoz⁷ orientado a información musical, Open-Site⁸ y Wikipedia⁹, ambas enciclopedias construidas íntegramente por el aporte de la comunidad voluntaria. Existe otra alternativa de directorio que

Figura 2.2: Presentación inicial del ODP.



utiliza un mecanismo de acceso a listas de preferencias, sitios favoritos y temáticas basadas en las recomendaciones de otros usuarios. Esta idea es utilizada mayormente en los *social bookmarks*¹⁰. En los últimos años

⁵<http://directory.google.com/>

⁶<http://www.chefmoz.org/>

⁷<http://www.musicmoz.org/>

⁸<http://www.open-site.org/>

⁹<http://www.wikipedia.org/>

¹⁰*Social bookmarking* es un movimiento de comunidad virtual de conocimiento compartido y colaboración que está tomando relevancia en los últimos años. Permite a los usuarios almacenar y categorizar su propia colección de sitios favoritos y compartirlos con la comunidad. A través de herramientas disponibles, los usuarios son capaces de evaluar los sitios favoritos publicados por los demás participantes y agregarlos a su lista, así como también

vas extensiones. Este tipo de acceso rápido permite iniciar búsquedas sin necesidad de abrir una sesión de navegación web, reduciendo el tiempo total del proceso de búsqueda.

2.2.2. Especificación visual de las consultas

Shneiderman plantea un conjunto de cinco estilos de interacciones principales: a través de sentencias de comandos, formularios, selección de opciones de menú, técnicas de manipulación directa y lenguaje natural. No obstante ello, la especificación de las consultas iniciales de los sistemas IR son dominadas mayormente por técnicas no visuales. Si bien nadie discute la efectividad de dicho modelo, recientemente los esfuerzos por convertir las búsquedas y la navegación en un ambiente visual han ido evolucionando incluyendo elementos visuales cada más sofisticados.

Los proyectos citados por Hearts, no han obtenido una preponderancia tal como para consolidar un rumbo en la investigación. No obstante, las implementaciones que han incorporado técnicas visuales en las especificaciones de las consultas, se han enfocado en las acciones de refinamiento y reconsulta, etapas posteriores en el modelo de interacción. Estos sistemas han optado por mantener la especificación textual de las consultas iniciales, presentando técnicas de visualización recién en las etapas de devolución de resultados y en las reconsultas, lo que les permite trabajar con dominios de información más acotados.

A los fines de mantener el orden de descripción planteado originalmente, nos ocuparemos de las acciones de refinamiento de resultados y reconsulta más adelante.

2.2.3. Presentación de los resultados

Como hemos mencionado anteriormente, la manera más común de presentar los resultados es mediante una lista de las referencias de los documentos ordenados según algún criterio de relevancia. Cada una de estas contiene el título del documento referenciado acompañado de atributos como la fecha de publicación, fuente, tamaño del documento, etc. Asimismo, puede ser acompañado con un porcentaje o valor numérico indicador del grado de compatibilidad del documento con la consulta formulada o de la relevancia asociada.

Dentro de esta etapa, los diseñadores han optado por incluir más datos de contexto, a los fines de incrementar la información disponible para las etapas siguientes de evaluación y reconsulta. En algunos sistemas se provee un resumen del documento previamente redactado por el autor. En los sistemas donde es posible acceder al contenido completo del documento, se utiliza el resaltado de las palabras claves y su presentación en contexto (Keyword-In-Context (KWIC)). A diferencia de los resúmenes escritos por el autor, donde se muestra información que resume el contenido del documento, la información de contexto brinda información que relaciona al documento con la consulta formulada. Ambas técnicas continúan siendo utilizadas por los sistemas IR actuales.

Organización por categorías

Como alternativa a la presentación mediante listas ordenadas, existe la organización categórica de los resultados según un criterio de agrupamiento conceptual. Esta idea, implementada con anterioridad en los proyectos académicos Scatter/Gather[10], DynaCat[36] y Grouper[39] entre otros, continúa latente en los diseñadores de sistemas IR y se traduce en cómo utilizar técnicas de *clustering de documentos* de manera eficaz en el proceso de adquisición de información.

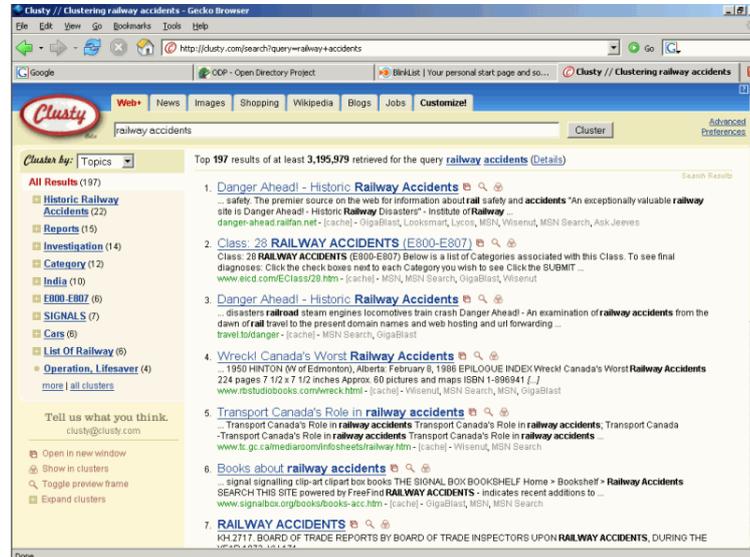
Hoy en día, Clusty¹⁶ (Figura 2.4) junto con su predecesor Vivísimo¹⁷, han llevado esta idea a un nivel de mayor exposición y popularidad. Vivísimo extrae el contenido de los documentos obtenidos por métodos de recuperación tradicionales, y presenta los resultados en un esquema de categorización jerárquica. Para ello utiliza la metáfora del *Explorador de Windows* con el uso de carpetas y controles del estilo *tree-view*. Dentro de las características destacables de las presentaciones de resultados organizadas por temáticas implementadas por Clusty se encuentran las siguientes:

Detección intuitiva del dominio de interés La presentación de las categorías en una zona de la vista, permite al usuario detectar de manera rápida e intuitiva, cuáles de ellas responden a su necesidad de información. La navegación por la estructura jerárquica, permi-

¹⁶<http://www.clusty.com/>

¹⁷Durante los últimos años Vivísimo ha funcionado como motor de presentación organizada por clusters de documentos de Internet. A partir de la comercialización de este motor para su utilización en la industria, la compañía *Vivísimo Inc.* ha destinado el nombre *Vivísimo* para la denominación comercial del motor; y ha lanzado a Clusty que utiliza dicho motor para las búsquedas en Internet.

Figura 2.4: Presentación de resultados organizada por categorías implementada por Clusty.



te a los usuarios seleccionar el conjunto de documentos de interés al mismo tiempo que descarta los demás. Esto posibilita enfocarse en un subconjunto de resultados más pequeño, o bien utilizar el tiempo de evaluación más productivamente.

Evaluación más profunda Al organizar los documentos en estructuras jerárquicas, los resultados que se encontrarían en las páginas posteriores en un esquema de lista ordenada, son accesibles en pocas interacciones. Esto es debido a la facilidad de descartar subconjuntos de documentos sin evaluarlos individualmente, lo que permite alcanzar resultados que permanecerían ocultos en páginas subsiguientes.

Ubicación cercana de los documentos similares Los documentos son dispuestos según una temática común, de manera que los documentos de contenido similar son ubicados cercanos entre sí. Si un usuario encuentra interesante un documento, los que poseen contenido similar serán fácilmente accesibles.

Reconocimiento de la relación entre los conceptos Al final se puede destacar una característica de suma importancia en la etapa de aprendizaje del dominio de información. La presentación de la estructura jerárquica de los conceptos, no sólo es utilizada para acceder más fácilmente a los documentos pertenecientes a dichas categorías, sino que los usuarios pueden reconocer relaciones entre los conceptos y aprender más acerca del dominio de información.

Grokker y la representación visual de los resultados organizados

Continuando esta idea de presentación organizada de los resultados, surge una implementación que presenta esta estructura de manera gráfica. Grokker¹⁸ utiliza una metáfora visual circular y recursiva (Figura 2.5). El espacio de búsqueda se representa como un círculo que ocupa el área máxima de la ventana. Las categorías se muestran como círculos dentro de este círculo mayor, la misma idea que se utiliza para las subcategorías. Finalmente, los documentos resultantes de la búsqueda, se ubican den-

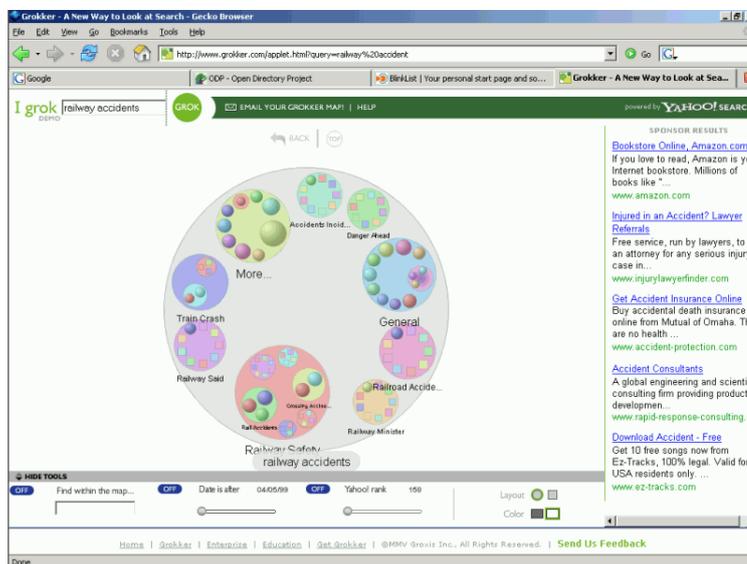


Figura 2.5: Presentación visual de los resultados organizados por categorías implementada por Grokker.

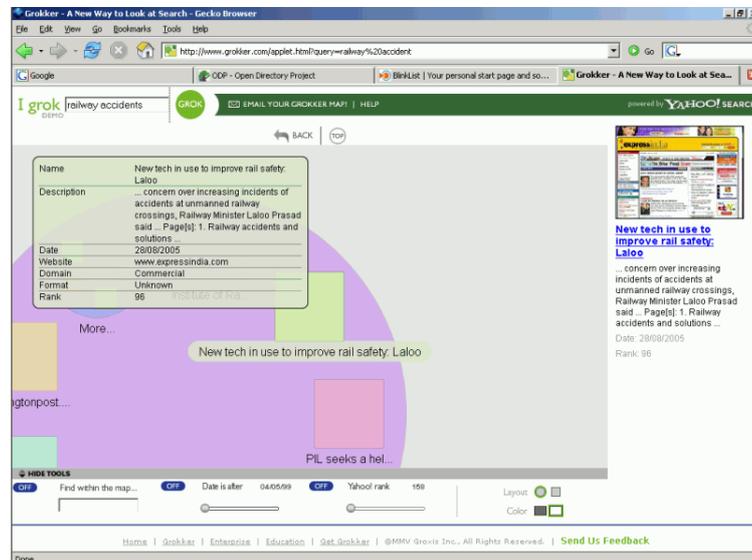
tro de los círculos correspondientes y son representados por pequeños rectángulos que se descubren cuando el nivel de acercamiento es el adecuado. Al pasar el cursor sobre éstos se despliega información acerca del resultado (Figura 2.6), y al pinchar se accede al contenido en una nueva ventana, o en un costado de la vista principal. El tamaño de cada círculo es proporcional a la cantidad de documentos que posee la categoría representada. El uso del color puede utilizarse para codificar en función de la antigüedad de la información o el precio de un libro si estamos realizando una búsqueda en la colección de libros de Amazon¹⁹.

Esta metáfora recursiva se asemeja a la técnica de *space-filling* utilizada en los *TreeMaps* de Shneiderman[25]. Allí las categorías se representan con rectángulos de área proporcional a la suma de los valores de los

¹⁸<http://www.grokker.com/>

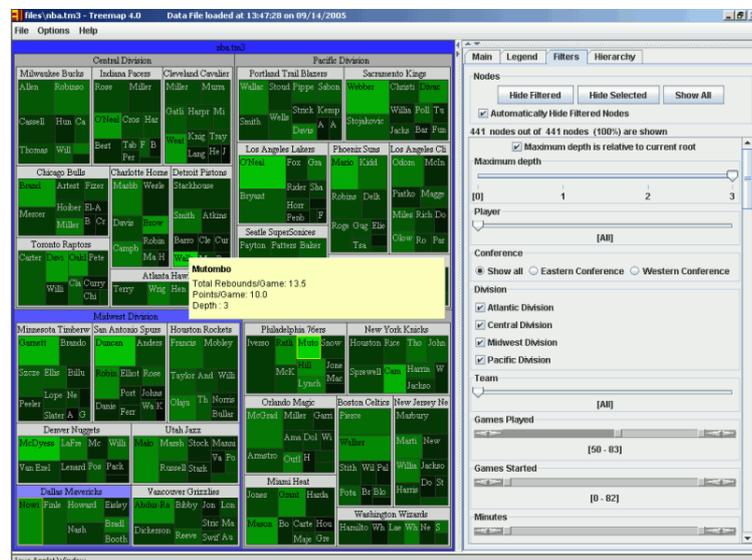
¹⁹<http://www.amazon.com/>

Figura 2.6: Acercamiento a un resultado y presentación de información de detalle en la vista implementada por Grokker.



objetos que incluyen. De igual manera que la presentación de Grokker, cada categoría puede contener subcategorías que operan de igual manera que la categoría superior. Grokker, al igual que Treemap²⁰, posee una serie

Figura 2.7: Metáfora recursiva de space-filling implementada por Treemap.



de filtros que reducen la cantidad de información a mostrar: Es posible utilizar *sliders* disponibles para especificar los rangos de los atributos numéricos asociados a la información, como la fecha de creación o el

²⁰<http://www.cs.umd.edu/hcil/treemap/>

Citas y documentos vinculados

El análisis de citas es un procedimiento frecuente en la investigación científica. Una de las medidas más confiables de la relevancia de un documento científico o tecnológico es conocer la cantidad y procedencia de los documentos que lo citan. De esta manera, y de estar disponibles, el investigador es capaz de obtener una buena cantidad de documentos relacionados y que tratan sobre problemáticas comunes.

Para ello, CiteSeer²² resulta una herramienta de suma utilidad. Luego de efectuar una búsqueda y acceder a un documento resultado, se muestra una vista previa que contiene datos descriptivos del documento y de los autores. A esta información se le suma una lista de referencias del documento juntamente con otra que contiene las que lo citan. Como dato relevante se incorpora una lista de documentos similares, basados en contenido y en su bibliografía; lo que resulta de gran utilidad en el análisis exploratorio. Touchgraph²³ presenta gráficamente esta estructura de grafo entre los documentos y sus citas, utilizando una técnica de dibujo orientada a fuerzas (*forced-oriented graph layout*) (Figura 2.10). Al inicio se presenta un grafo que contiene el documento resultado junto con los documentos citados por éste (enlaces salientes) y aquellos que lo citan (enlaces entrantes). Para cada nodo del grafo, es posible expandir o contraer sus enlaces por cita, permitiendo armar un grafo más completo de relaciones. Al seleccionar un nodo, aparece una ventana con información en detalle del documento y el acceso a la vista previa generada en CiteSeer. Sobre el borde superior de la vista, Touchgraph posee un conjunto de controles que permiten fijar el grado de escala del grafo, la cantidad de enlaces presentados la etiqueta de los nodos, entre otras opciones.

2.2.4. Refinamiento de las consultas

Como evolución intuitiva a la incorporación de información de contexto en la presentación de resultados, los diseñadores de sistemas IR han asociado acciones a estas etiquetas o textos libres, para conformar controles interactivos. Ejemplo de ello, Teoma²⁴ (Figura 2.11), GigaBlast²⁵ y WiseNut²⁶, cuentan con controles para el refinamiento de las consultas

²²<http://citeseer.ist.psu.edu/>

²³<http://www.touchgraph.com/>

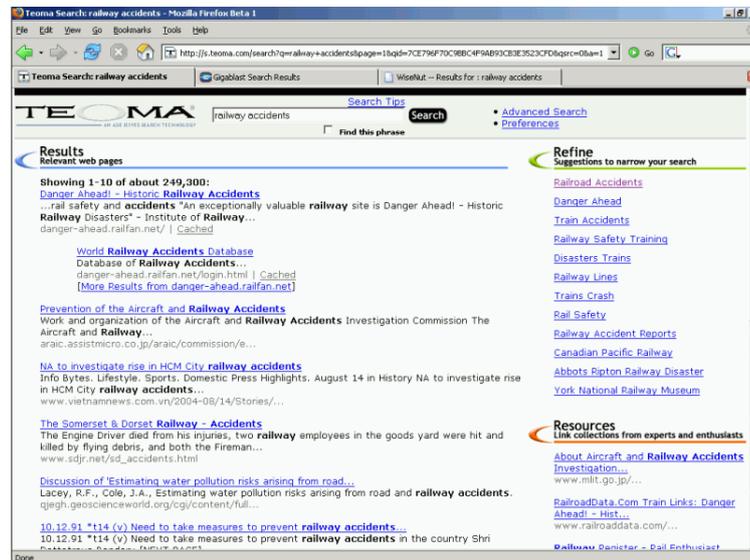
²⁴<http://search.ask.com/> (*Teoma ahora forma parte de Ask.com/*)

²⁵<http://www.gigablast.com/>

²⁶<http://www.wisenut.com/>

iniciales punteando sobre las palabras claves que han sido seleccionadas como representativas de los documentos resultantes. El método utilizado

Figura 2.11: Cuadro de sugerencias para el refinamiento de las consultas implementado por Teoma.



en estas implementaciones, de igual manera que el optado por KartOO, es agregar este nuevo conjunto de palabras claves a la consulta inicial. Esta idea resulta muy simple de implementar, ya que la vista vuelve a regenerarse como si se tratase de un evento nuevo y no como la continuación de otro.

2.2.5. Ayudas al proceso integral de búsqueda

Un suceso que ocurre habitualmente, es el desvío momentáneo en la estrategia original de búsqueda. El proceso de búsqueda plantea un escenario atractivo para que aparezcan nuevas necesidades no conocidas al inicio. Estas necesidades nuevas pueden relegar a la original a una segunda instancia, para ser retomada luego o bien ser excluida. Otra tarea relevante en esta etapa es la de comunicar los resultados de una investigación a colegas u otras personas, ya que ésta puede ser de utilidad. Para resolver ambas problemáticas las UI deberán contar con mecanismos flexibles para editar, almacenar y recuperar los procesos de búsquedas.

Consciente de ello, KartOO proporciona un mecanismo para la edición de los mapas, permitiendo mover los íconos de posición, eliminarlos de la vista y agregar nuevas referencias (Figura 2.13). Luego permite almace-



Figura 2.12: Método de refinamiento de consultas implementado por KartOO.

nar el mapa y enviárselo a algún contacto. Por su parte, Google proporcio-

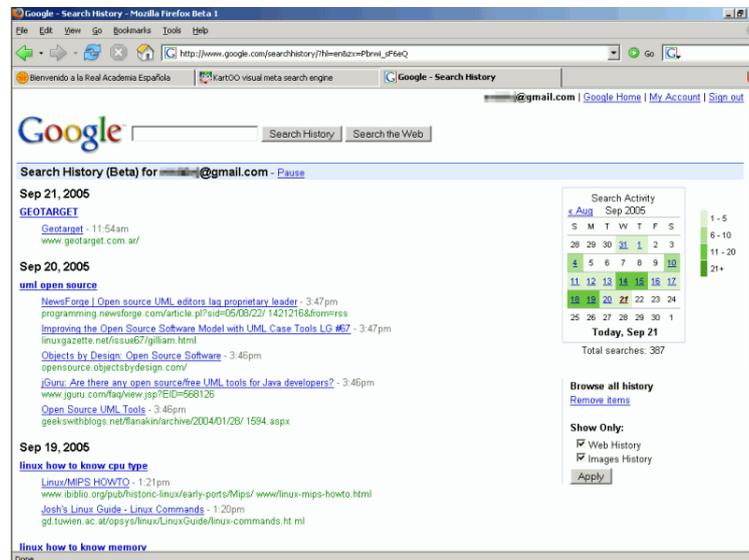


Figura 2.13: Mecanismo para la edición de los mapas implementado por KartOO.

na a sus usuarios registrados, la posibilidad de almacenar sus búsquedas y los documentos accedidos mediante su herramienta Google History²⁷, presentándolos en una vista ordenada por fecha, permitiendo recuperarlos en cualquier otro momento (Figura 2.14).

²⁷<http://www.google.com/searchhistory/>

Figura 2.14: Listado de búsquedas anteriores implementado por Google History.



2.3. Tendencias y líneas de investigación

En los últimos años, el campo de acción de los sistemas IR se ha ampliado drásticamente, abarcando, entre otros, a imágenes, noticias, notas *blog*, libros, películas, discos y productos en general. Para contemplar esta diversidad de información, las UI han tenido que adaptarse e incorporar nuevos elementos de presentación y navegación. A9²⁸ es un ejemplo de ello; en su devolución de resultados, implementa la técnica Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)²⁹ de programación de aplicaciones web que le facilita a los usuarios seleccionar los distintos tipos de resultados de manera interactiva y eficaz (Figura 2.15). En el año 2005, Google lanzó Google Maps³⁰, un buscador geográfico que permite realizar búsquedas de comercios o empresas y ver su ubicación en un mapa (Figura 2.16). Al día de hoy, sólo cuenta con búsquedas en los Estados

²⁸<http://www.a9.com/>

²⁹AJAX, por sus siglas en inglés de *Asynchronous JavaScript and eXtensible Markup Language (XML)*, es una técnica de desarrollo de aplicaciones web para crear altos niveles de interacción utilizando la combinación de:

- HTML (ó XHTML) y Cascading Style Sheets (CSS) para la presentación del contenido.
- JavaScript y Document Object Model (DOM) para manejar la lógica de presentación e interacción.
- XMLHttpRequest para establecer intercambio de datos de manera asincrónica con el servidor web.

³⁰<http://maps.google.com/>

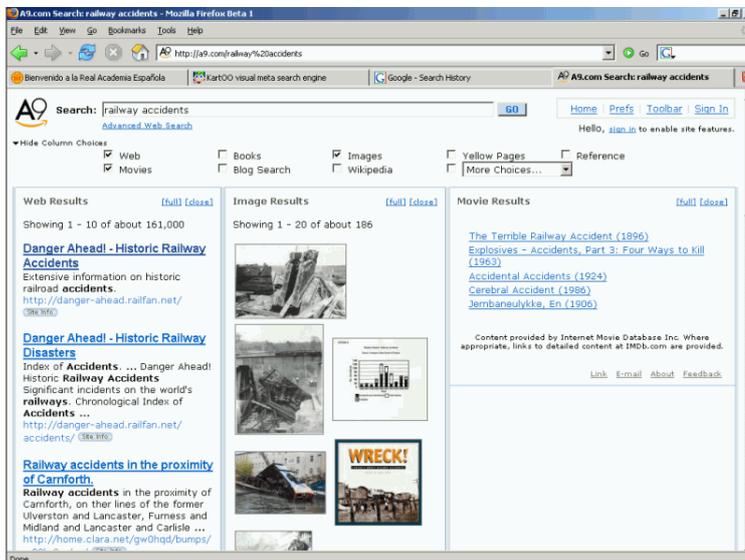


Figura 2.15: Presentación de resultados de distintos dominios de información implementada por A9.

Unidos, Canadá y algunas ciudades europeas, pero se puede esperar que amplíen su rango de acción en un futuro cercano. Por otra parte, como

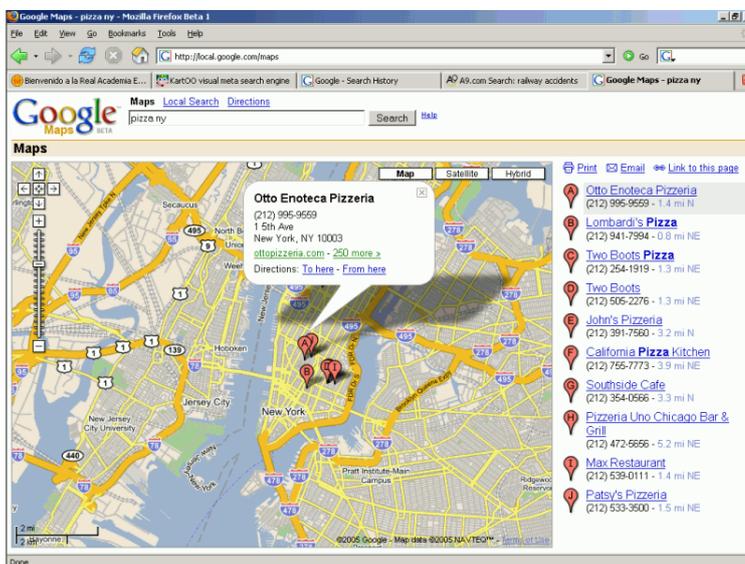


Figura 2.16: Google Maps, el buscador geográfico implementado por Google.

lo mencionamos al final del primer capítulo, la creciente popularidad de dispositivos como los PDA y los teléfonos móviles, con altos niveles de funcionalidad, necesita contar con sistemas IR adaptados a sus características particulares. El diseño de UI en pequeñas pantallas, con otros

mecanismos de interacción, plantea un interesante desafío a los diseñadores y abre una nueva rama de investigación.

En lo que respecta a interfaces visuales de sistemas IR que han incorporado elementos de visualización, Juan C. Dürsteler en la revista de distribución digital *Inf@Vis!*³¹, comenta:

... Decidir si Grokker, TouchGraph, KarTOO, Vivísimo o cualquiera de las otras alternativas a la navegación y la búsqueda que existen se van a convertir en estándares relegando al museo los browsers actuales es hartamente arriesgado e incierto. Sin embargo, hay un hecho que me parece claro: están empezando a proliferar alternativas cada vez más sólidas y útiles, que se apoyan en metáforas visuales consistentes, basadas en diversas técnicas que confluyen en una sola herramienta versátil y potente. . .

Aún es muy apresurado para afirmar que las opciones de interfaces que contienen elementos de visualización serán aceptadas por la comunidad de usuarios para resolver las tareas cotidianas de búsqueda más allá del efecto de impacto inicial que proponen. No obstante a ello, los nuevos tipos de información afectada a los procesos de búsqueda y los diferentes dispositivos de acceso hacen pensar que la visualización de información desarrollará un rol preponderante en la construcción de la nueva generación de sistemas IR.

³¹<http://www.infovis.net/>

Capítulo 3

COCOVAS

En los últimos años se percibe una incursión de mayor fuerza de las técnicas de Visualización de Información en los sistemas de mayor llegada. Lo que anteriormente parecía exclusivo del ambiente académico y científico, en la actualidad no lo es, encontrándose ejemplos en sistemas de propósitos más variados, incluso en sistemas comerciales.

Esta distinción se debe en gran medida a la necesidad de establecer mecanismos para la comprensión de la gran cantidad y diversidad de datos generada y accesible en la actualidad¹. Para lograr que los usuarios puedan acceder a la información es necesario contar con mecanismos de recupero eficaces y de interfases efectivas para ayudar a que esta tarea sea más exitosa.

Las interfases representan la puerta de entrada a las funcionalidades del sistema. Existe una gran cantidad de desarrollos de sistemas informáticos que orientan sus esfuerzos a cubrir los requerimientos técnicos y funcionales de base, relegando los aspectos de interfases a una segunda instancia, la cual a veces no llega a ser satisfecha. Contrariamente existe otro conjunto donde estos esfuerzos se centran únicamente en las interfases gráficas, generando un apreciable desbalance. Para lograr sistemas usables es necesario encontrar una armonía entre estos aspectos, es decir cubrir los requerimientos funcionales y técnicos y proveer de mecanismos de interacción apropiados.

¹El portal de contenido e investigación de temáticas acerca de Internet Netcraft, declara en los últimos datos correspondientes a agosto de 2006, que se han suscripto más de 92 millones de dominios web, los cuales poco más de 40 millones de sitios se encuentran activos.

En lo que respecta de los sistemas de Recupero de Información de Internet, como hemos visto, las oportunidades de generar mejoras en los mecanismos de acceso es muy grande, permitiendo incursionar en variados aspectos del proceso de adquisición de la información.

A continuación introducimos a COCOVAS, una propuesta de visualización de resultados de un sistema de Recupero de Información de Internet, que utiliza una novedosa Metáfora Visual unificando en una misma vista la representación de la similitud y la relevancia de los documentos resultados.

Motivación

A medida que se avanza en el estudio en esta disciplina y se adentra en los diferentes aspectos de la historia del diseño de visualizaciones, sus técnicas y los trabajos más innovadores, surge el recurrente deseo de hacer que todos los sistemas utilizados a diario sean más atractivos y usables. Al desarrollar el ojo crítico, constantemente se detectan espacios donde es posible incorporar mejoras a través del uso de visualizaciones.

Por otra parte, de contar con el conocimiento de las distintas tecnologías de desarrollo y arquitecturas, las estructuras de datos adecuadas, y la comprensión de las técnicas de dibujo y de interacción, se poseen las capacidades técnicas necesarias para crear y concretar los proyectos de visualización que se planteen. No obstante, si bien con poseer estas capacidades es posible desarrollar sistemas de visualización, es la pasión por los objetos bellos y útiles, el entendimiento de las necesidades de los usuarios y el trabajo eficiente para cubrirlas, lo que permite crear sistemas realmente efectivos. Es esa cuota de creatividad y arte inherente a todo proceso de diseño, lo que hace de esta disciplina tan motivante y atractiva.

Origen del nombre

En un fin de semana de febrero de 2004 visité a mis padres que estaban veraneando en Mar del Plata. Les mostré unos dibujos y les conté de qué se trataba mi trabajo de tesis. Al verlas, mi madre rememoró ciertos esquemas celulares que ve a diario a través de su microscopio en su la-

boratorio de análisis clínicos. Y comenzó a gritar efusivamente que esas figuras se parecían a unos *meningococos* o a unos *estreptococos*.

Para ese entonces, el prototipo llevaba el nombre *canvas*, nombre familiar que comúnmente utilizo para el espacio de la vista. Como una especie de anagrama, surgió el nombre COCOVAS, en una mezcla del *canvas* y de los *estreptococos* de mi madre.

3.1. Descripción de los objetivos a tratar

Al crecer la cantidad de documentos disponibles en la web y al diversificarse los dominios de información, resulta necesario contar con herramientas más útiles para el recupero de la información. El objetivo principal de este trabajo es encontrar una presentación efectiva de los resultados de un motor de búsqueda de documentos de Internet utilizando técnicas de Visualización de Información y confeccionar un prototipo que implemente estas ideas.

El prototipo deberá contener el conjunto de controles interactivos necesarios en pos de mejorar la experiencia de usuario. Cabe destacar la condición de prototipo experimental de este trabajo y que no se pretende abarcar los aspectos técnicos para que esta solución escale a una de índole productiva o comercial. Los lenguajes de especificación visual y de tratamiento documental fueron elegidos para acelerar la materialización de las ideas, relegando cuestiones de performance, estabilidad, tolerancia a fallas y demás características de robustez propias de ambientes productivos.

Contemplando el proceso iterativo de interacción descrito en la sección anterior, el presente trabajo se enfoca en la etapa de presentación de resultados teniendo también ingerencia en las etapas de análisis y refinamiento. Como idea fuerza se ha trabajado en encontrar una Metáfora Visual que pudiera contener la relevancia de los documentos junto con información de agrupamiento semántico. Esto permitirá a los usuarios contar con herramientas para conocer mejor acerca del dominio de información que deriva la consulta sin perder de vista la relevancia dada por el sistema de recupero. Complementando la metáfora mediante controles de interacción adecuados, la vista completa cuenta con las opciones para alcanzar experiencias de usuario efectivas y optimizar el tiempo de

interacción ampliando también la calidad en la exploración del dominio de búsqueda.

La inclusión de estos dos atributos de los resultados, el orden de relevancia y el agrupamiento semántico, deberán organizarse de manera armoniosa, para permitir a los usuarios una mejor comprensión de la información que se presenta, y así lograr su objetivo de alcanzar a los documentos de su interés de forma rápida y precisa.

3.2. Descripción del prototipo

A los efectos de describir la propuesta de una manera organizada y permitir una mejor comprensión, se estructura el contenido de la descripción comenzando con la descripción de la Metáfora Visual, continuando con las etapas del *Pipeline de Visualización* comentado en el primer capítulo de este documento; y finalizando luego con notas respecto de la implementación.

Asimismo, para facilitar la lectura de aquellos lectores no acostumbrados a especificaciones más formales, se ha optado por utilizar un lenguaje más narrativo y coloquial en la descripción de la Metáfora Visual.

3.2.1. Descripción de la Metáfora Visual

La idea planteada originalmente, de generar una vista que contemple la similitud entre los documentos así como también la relevancia respecto de la consulta, de por sí despierta un interesante desafío de diseño. Trabajos anteriores han tratado a estos objetivos por separado, pero no se han encontrado ejemplos de esta problemática en la literatura relevada. El principal problema es generar una disposición espacial que, de alguna manera, oriente la percepción de similitud entre los documentos sin perder de vista la relevancia del documento respecto de la consulta. Para comprender mejor esta tarea, describamos el modelo vectorial de codificación de documentos, uno de los más utilizados en los sistemas IR modernos. En el modelo vectorial, también conocido como conocido como Vector Space Model (VSM)[11, 3], cada documento es representado como un vector t -dimensional donde t es la cantidad de términos del vocabulario utilizado; y el valor de cada índice representa la frecuencia de aparición de los términos dentro de los documentos. A pesar de su

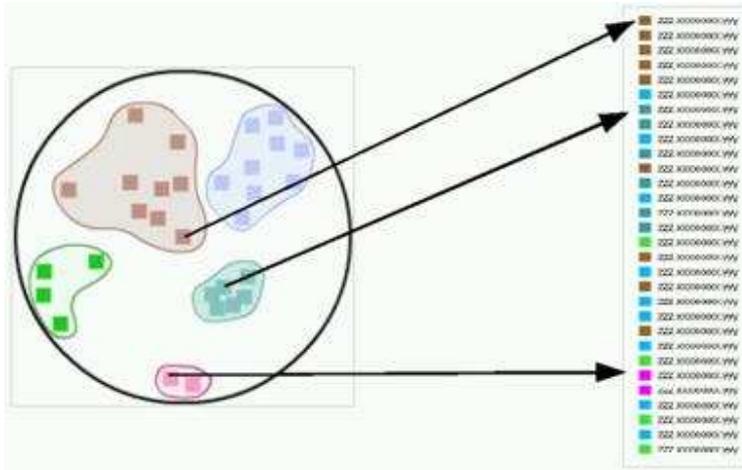


Figura 3.1: Idea en los inicios del proyecto.

simpleza, VSM y sus variantes son los más utilizados para representar información documental².

La disposición espacial en un espacio bi-dimensional de un conjunto de puntos en un espacio t -dimensional requiere la utilización de mecanismos de reducción de dimensiones. Krista Lagus, en la presentación de WEBSOM[18] detalla un análisis de los distintos métodos de proyecciones haciendo hincapié en los costos computacionales de los diferentes algoritmos. Una característica de WEBSOM, así como proyectos simila-

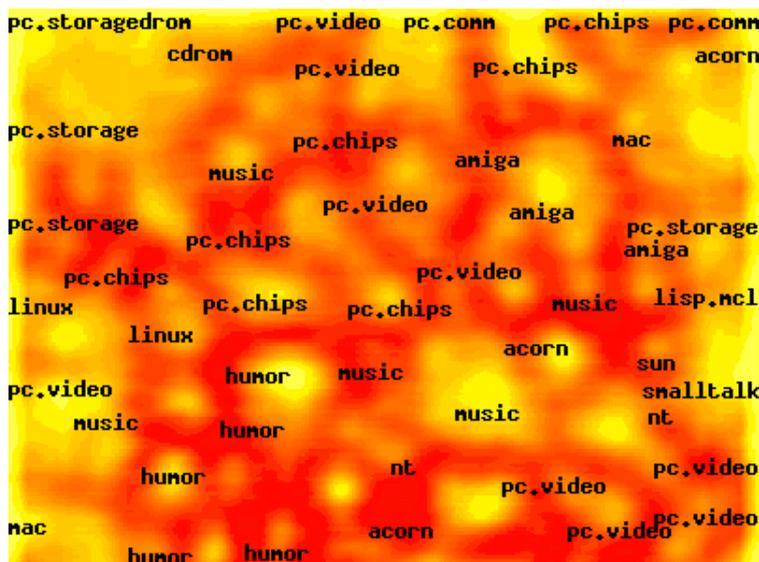


Figura 3.2: Ejemplo de mapa semántico implementado en WEBSOM.

²Esto se debe en gran medida, a la aplicación de gran cantidad de algoritmos simples y de bajo costo para el procesamiento, cálculo de similitudes y demás funciones.

res, es la de generar los mapas semánticos de manera adelantada a la consulta, lo que permite tener buenos tiempos de interacción. No obstante, para poder construir los mapas es necesario tener acceso, y probablemente almacenar localmente, todo el conjunto de documentos que luego formarán el mapa. Esto pudo realizarse, en parte debido a que la cantidad de documentos es manejable y los tiempos en la construcción del mapa no eran requerimientos a cumplir. Esta particularidad limita su implementación en los sistemas IR de Internet que tratan a una cantidad considerablemente mayor de documentos y construyen los resultados *on-line*; lo que nos hizo desechar este acercamiento.

Luego se evaluaron diferentes técnicas de dibujos de grafos[12, 9]: las más apropiadas a nuestra problemática resultaron ser las orientadas a restricciones. Las implementaciones consideradas fueron las orientadas a fuerzas (*forced-oriented*), sistemas de resortes (*spring-embedded*) y esquemas de resolución de sistemas de restricciones como *simulated annealing*. El sistema resultante contaba con una gran cantidad de restricciones que generaba altos costos de cálculo y las presentaciones no poseían el efecto visual deseado.

Anton Leuski en su trabajo Lighthouse[20], utiliza la técnica de *spring-embedded* y un tratamiento particular de las restricciones para lograr una separación más fuerte entre los documentos relevantes y los no-relevantes. En nuestro trabajo, se plantearon diferentes estrategias de relajamiento y transformación de las condiciones, pero ninguna lograba producir buenos resultados; y se empezó a cuestionar si el rumbo para encontrar una solución era el correcto: no basta con encontrar una ubicación espacial de los elementos, aún quedaba aplicar algún mecanismo de agrupamiento e incluir en la vista información semántica y contextual de los resultados.

Fue en ese momento que apareció una alerta: ¿Qué resultaría más efectivo? ¿Encontrar una posición a los documentos y luego utilizar alguna técnica de agrupamiento de esos puntos; o bien agrupar los documentos primero y luego utilizar una técnica de visualización sobre el resultado del agrupamiento?

Las herramientas de procesamiento de documentos que se utilizaban formaban parte del paquete CLUTO³, una *suite* de herramientas de *clusteri-*

³CLUTO es un paquete de utilidades de *clustering* desarrollado por la Universidad de Minnesota. Incluye implementaciones de variados algoritmos (de partición, aglomeración y partición de grafos) y herramientas para el procesamiento documental.

ng con implementación de diversas técnicas. Entre ellas cuenta con las de *clustering* jerárquico de partición, de aglomeración y estrategias mixtas; y numerosas funciones de similitud y de costo de unión (o separación en el caso de partición).

Para describir las estructuras jerárquicas comúnmente se utiliza un diagrama denominado *dendrograma*. Este diagrama (Figura 3.3), además de mostrar la relación de unión de una manera muy efectiva, utiliza la altura de cada unión para expresar la similitud de cada conjunto. El objetivo

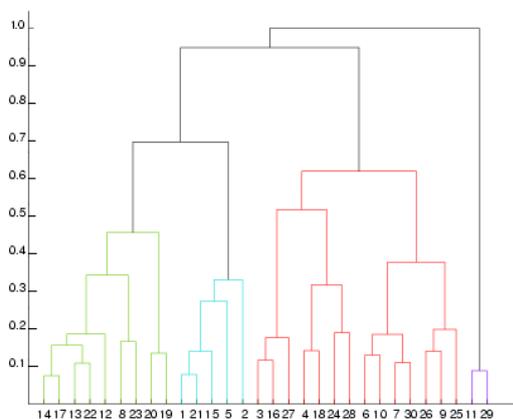


Figura 3.3: Ejemplo de un dendrograma.

de alcanzar el boceto original ya estaba cerca: Utilizando coordenadas polares, se podría utilizar las diferencias de ángulo según las similitudes de cada conjunto (ya no entre documentos vistos como unidad) y la variable radio para mapear la relevancia de los documentos. Los métodos de *clustering* jerárquico devuelven, además del árbol de uniones, información estadística respecto de cada unión y cada conjunto. En nuestro caso particular, utilizaremos la variación del diámetro en cada unión, como un indicador de similitud entre los conjuntos que van a ser combinados. De esta manera podemos obtener las similitudes entre cada conjunto hermano y obtener una disposición espacial que resulte efectiva (Figura 3.4). A continuación se asigna la variable radio a la importancia relativa que devuelve el sistema de recupero (Figura 3.5). Sin duda esta característica aporta mucho a la comprensión de la metáfora pudiendo buscar analogías visuales a una diana o blanco, donde los puntos más cercanos al centro son los más importantes. Por último queda representar los conjuntos y lograr que sean identificables y distinguibles entre sí; y para ello se utilizaron polígonos cerrados que contienen a los puntos del conjunto valiéndonos de la ley sobre regiones comunes de la Gestalt

Figura 3.4: Transformación de los elementos del dendrograma a la circunferencia.

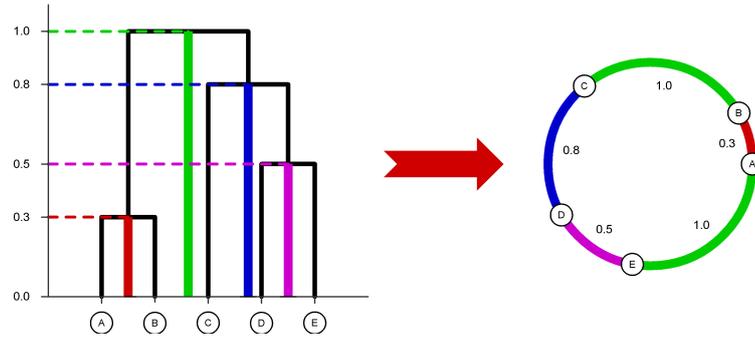
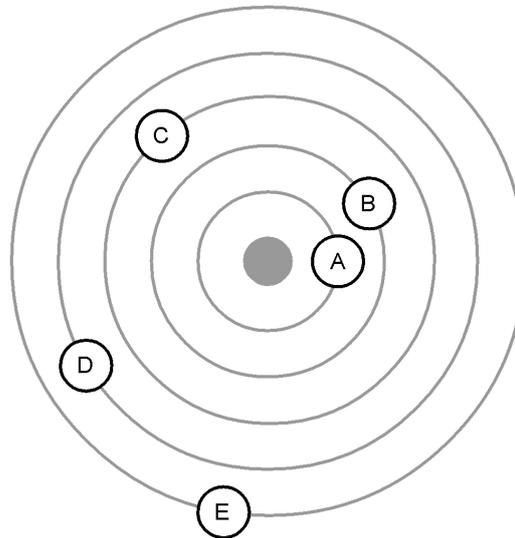


Figura 3.5: Asignación del radio según su importancia relativa.



(Sección 1.4.1, página 18), pero sobre todo del criterio común. Bastaría reforzar la percepción de pertenencia a los conjuntos incorporando colores diferentes para cada conjunto; y etiquetarlos con la *keyword* más representativa (Figura 3.6). Para lograr siempre colores distintos, se utilizó la media de los ángulos de cada integrante del conjunto según el *Hue* del sistema de colores en coordenadas Hue, Saturation, Value (HSV).

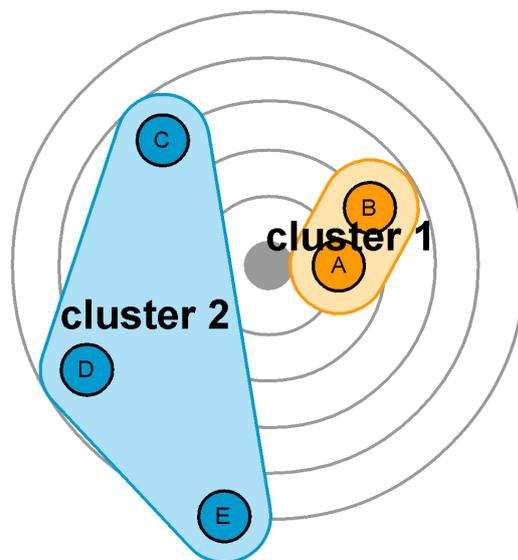


Figura 3.6: Agregado de regiones cerradas, colores y etiquetas.

3.2.2. Datos y Transformaciones

En esta sección se especificará la visualización propuesta detallando las etapas de datos, transformaciones e interacciones del *Pipeline de Visualización* descrito en la sección 1.5.1 en la página 25.

Dato: Datos crudos

Como fuente de datos crudos se ha utilizado la devolución de resultados del motor de búsqueda de Internet Google ante una consulta determinada. (Esto permitió salvar las etapas inherentes al proceso de recupero y contar con un conjunto de datos más manejable.)

La GoogleAPI⁴ permite acceder a los documentos relevantes a la consulta

⁴<http://www.google.com/apis/>

realizada en XML utilizando SOAP, lo que ha facilitado su uso en este proyecto. A su vez, la comunidad libre ha desarrollado diferentes *wrappers* implementados en distintos lenguajes de programación (en nuestro caso utilizamos PyGoogle⁵ desarrollado en Python).

Se optó por trabajar con 50 resultados. Esta cantidad puede resultar grande en las vistas tradicionales; pero en nuestro caso este número permite una buena aplicación de las técnicas de *clustering* y provee resultados agradables en la presentación.

Se han realizado pruebas utilizando el texto contenido en el *snippet* del resultado, en la copia en la *caché* que guarda Google y en el documento original. Nuestra implementación utiliza la copia del documento ubicada en la *caché*, y cuando ésta no está disponible, recurre a la página original. Esta decisión se debe a la velocidad de acceso a los servidores de Google, que generalmente es mucho más veloz en comparación a los de las diferentes páginas originales.

A los fines de este trabajo se ha optado por un desarrollo simple y no se ha hecho un gran hincapié en optimizar los tiempos en el acceso al contenido de las páginas. Nuestra implementación utiliza un acceso serial a las páginas por ser el más simple de desarrollar. Sabemos que el tiempo total de construcción de la vista mejoraría sustancialmente de implementar un acceso paralelo.

A continuación se hace una breve reseña de estos datos:

Query: Texto de la consulta.

Array[SearchResult]: Lista de registros resultados respecto de la consulta.

SearchResult: Registro resultado de una consulta. Tiene los siguientes atributos:

- URL: URL de acceso al documento.
- title: Título del documento.
- snippet: Porción del documento donde se presenta la consulta en contexto.
- cachedSize: Tamaño en KBytes de la copia de *caché*.
- content: Contenido en HTML del documento.

⁵PyGoogle – an easy-to-use wrapper for Google's web API. Copyright (c) 2002-3 Mark Pilgrim (f8dy@diveintomark.org) Open source, Python license.

Transformación: Datos crudos – Abstracción de datos

Una vez obtenidos los textos se toman 2 caminos: El primero es reservar los atributos de cada resultado para armar la vista final. Estos datos mantendrán la estructura de abstracción dada por el protocolo de consulta.

El otro es preparar el contenido de las páginas para generar los *clusters*. Para crearlos, es necesario preprocesar los documentos para ser admitidos por las herramientas de *clustering*. Primero se extrae el texto de las páginas HTML recuperadas; esta tarea no es tan simple como parece ya que existe una gran cantidad de páginas publicadas en Internet que no están de acuerdo a los estándares HTML (ó XHTML) y la extracción de los textos es mucho más compleja. Se hicieron pruebas utilizando navegadores web orientados a texto y diferentes herramientas de libre disponibilidad, optando por una eficaz combinación de éstas y un conjunto de expresiones regulares para tratar algunos casos particulares.

Una vez obtenido los textos de los documentos recuperados en formato plano, se los lleva al modelo vectorial. Para ello se utilizan las herramientas de procesamiento de información documental provista por la CLUTO (se utilizan los filtros por defecto de la herramienta: eliminación de palabras de longitud menor a 4, eliminación de palabras que contengan números y la reducción del vocabulario mediante *stemming*⁶). Se modificó el algoritmo de *stemming* para retener todas las formas que fueron reducidas a la raíz para una mejor presentación en la vista final.

La propuesta utiliza el resultado de un método de *clustering* jerárquico, cualquiera sea el método de construcción. Se han hecho pruebas con métodos aglomeradores, de partición y mixtos y diferentes funciones de unión o división. El método que se utiliza en esta propuesta es el método *direct* que corresponde a un método mixto de resolución más veloz.

Es posible incorporar interacciones para esta transformación para brindar al usuario la posibilidad de decidir las diferentes opciones de los métodos de preprocesamiento de documentos, filtros y *clustering* jerárquico. Las mismas se incluirían en interfases de configuración avanzadas, ya que el

⁶Las técnicas de *stemming* se utilizan en el proceso de normalización de los vocabularios en los sistemas IR. La idea es transformar las palabras a su forma raíz, eliminando las transformaciones morfológicas como número, género, tiempos verbales, etc. Uno de los métodos más famosos es el desarrollado por Martin Porter: el algoritmo *Porter stemming* (ó *Porter stemmer*) consta de un conjunto de reglas para la transformación de las terminaciones más comunes de la sintáctica del inglés.

<http://www.tartarus.org/martin/PorterStemmer/>

perfil de capacidades del usuario que puede llegar a comprender estas variables es muy específico.

Datos: Abstracción de datos

Los datos que maneja esta etapa son: la lista de resultados conjuntamente con los atributos de presentación; y el árbol de uniones que devuelve el algoritmo de *clustering* jerárquico. A continuación se hace una breve reseña de estas estructuras:

Query: *Idem dato crudo.*

Array[SearchResult]: *Idem dato crudo.*

SearchResult: *Idem dato crudo.*

Tree[ResultCluster]: Árbol de uniones resultado del *clustering* jerárquico.

ResultCluster: Cada nodo del árbol de uniones que representa a un conjunto de documentos. Tiene los siguientes atributos:

- **descriptiveKeywords:** Lista de palabras claves que describen el conjunto.
- **height:** Indicador de similitud del conjunto. Este atributo está normalizado, siendo 1 la altura del nodo raíz y 0 la altura de las hojas.

Transformación: Abstracción de Datos – Abstracción Visual

Las estructuras de datos descritas en la etapa anterior, serán transformadas en objetos visuales para conformar la Metáfora Visual. La vista final tendrá además 2 secciones donde se dispondrán la lista de resultados y el árbol de *clusters* de una manera más tradicional. El armado de la vista lo trataremos más adelante; a continuación nos centraremos en la Metáfora Visual.

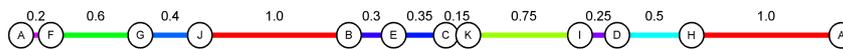
Cada resultado (conjunto unitario u hoja del árbol de uniones) será mapeado a un pequeño círculo. La idea subyacente de la metáfora es encontrar una ubicación espacial de los elementos que referencie la relevancia respecto de la consulta y la relación de similitud entre elementos.

La asignación de ángulos no es tan inmediata. Inicialmente se listan las hojas del árbol en un orden natural de izquierda a derecha ⁷ (como un *PreOrder* o *InOrder* eliminando los nodos intermedios del árbol). De esta manera las hojas hermanas, hojas tales que existe un conjunto de cardinalidad 2 que las contenga, se listan de manera contigua. El ángulo de cada elemento no será definido de por sí; en su lugar definiremos la diferencia de ángulos de los nodos contiguos. La diferencia de los ángulos de 2 elementos contiguos se define según la altura del conjunto más pequeño que los contenga a ambos. Al tratarse de coordenadas polares, la primera y última hoja de la lista también son nodos contiguos y por lo tanto tendrán definida su diferencia de ángulos. Por último resta asignar un valor testigo a la primera hoja (en nuestro caso 0) y normalizar las diferencias para que su suma sea igual a 2π . Veamos el siguiente ejemplo:

Tomemos el dendrograma dispuesto en la Figura 3.7, un poco más complejo que el ejemplo anterior (el orden alfabético de cada hoja representa a la ubicación en la lista de resultados). Como hemos visto, el dendrograma es una representación visual de un árbol de uniones donde la altura de cada nodo intermedio y la raíz, caracteriza la similitud del conjunto que representa. Luego listemos las hojas de izquierda a derecha.



La diferencia de ángulo de cada par de hojas contiguas es definida según la altura del conjunto más pequeño que las contiene (Figura 3.8). Agreguemos la diferencia de ángulo entre la primera y última hoja.



Por último asignemos 0 al ángulo de la primera hoja y normalicemos la suma de las diferencias a 2π (Figura 3.9). Si asignamos el radio a la ubicación de las hojas en la lista de resultados, el diagrama tendrá la siguiente forma (Figura 3.10). Los *clusters* se representan como polígonos cerrados; para ello se utiliza la técnica de *ConvexHull*. Se trabajó la

7

```
ListLeaves (t) := if t is a Leaf
                  then print t;
                  else ListLeaves (LeftSubTree(t) if exist) and
                        ListLeaves (RightSubTree(t) if exist);
```

Figura 3.7: Construcción de la metáfora (Paso 1): Dendrograma inicial.

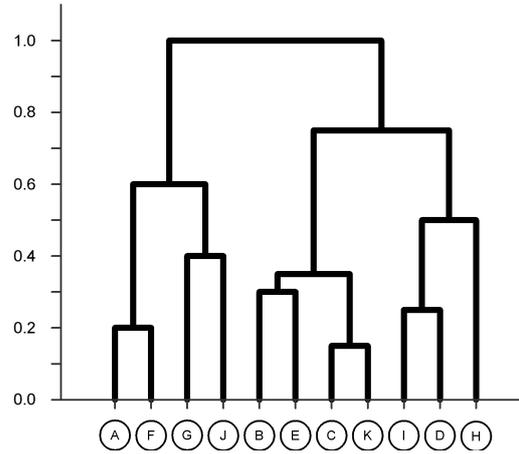
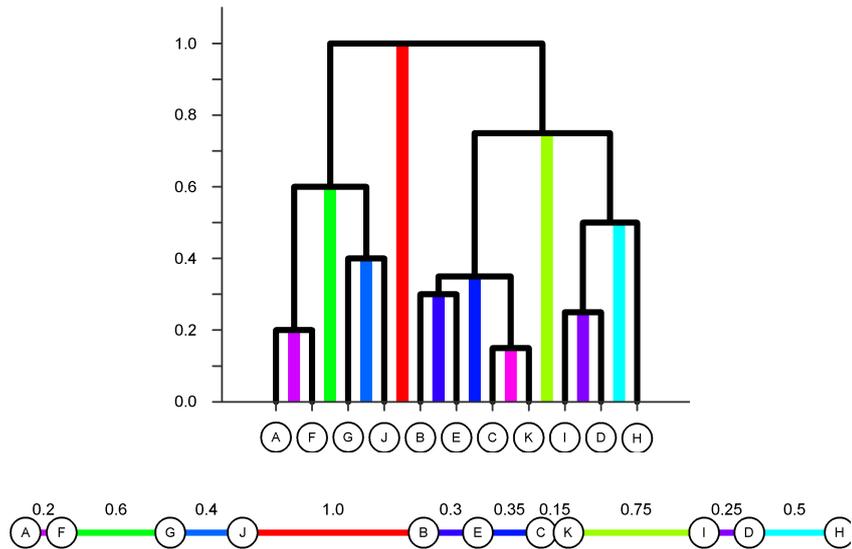


Figura 3.8: Construcción de la metáfora (Paso 2): Separar las hojas del árbol según la altura del conjunto más pequeño que las contiene.



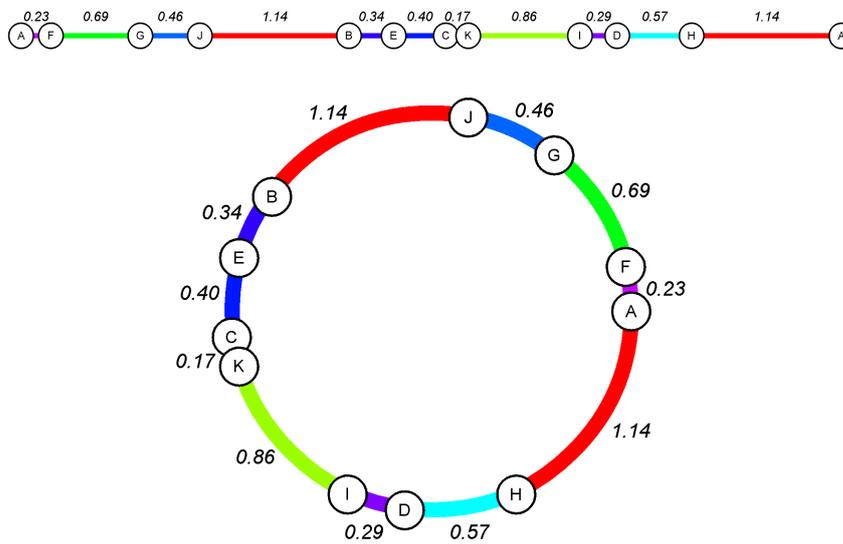


Figura 3.9: Construcción de la metáfora (Paso 3): Disponer las hojas sobre una circunferencia.

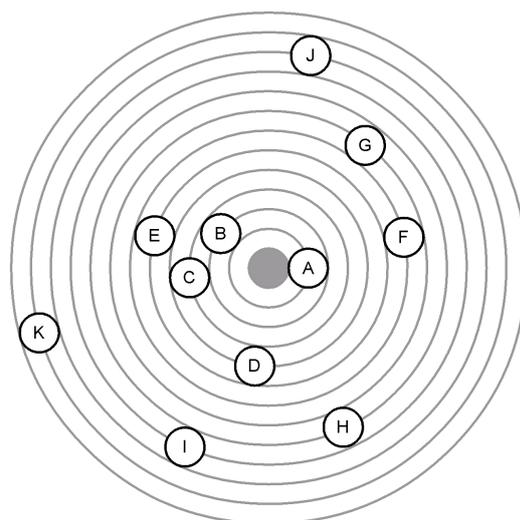


Figura 3.10: Construcción de la metáfora (Paso 4): Asignar el radio.

idea de utilizar sectores circulares y de utilizar el ancho de cada sector para representar la similitud del conjunto. Dicha idea fue descartada por complejizar la metáfora y llevarla a un nivel de entendimiento mucho más específico. La Figura 3.11 muestra los primeros 3 conjuntos: $\{A, F, G, J\}$, $\{B, E, C, K\}$, $\{I, D, H\}$. Para reforzar la metáfora se utilizan colores diferentes para cada conjunto y se incorpora una etiqueta con la *keyword* más representativa del conjunto. La asignación de colores se basa en la media de los ángulos de cada integrante del conjunto según el *Hue* del sistema de colores en coordenadas HSV (Figura 3.12).

Datos: Abstracción visual

Los datos que maneja esta etapa son: pequeños puntos que representan a los resultados y polígonos cerrados para los *clusters*. A continuación se hace una breve reseña de estas abstracciones visuales:

SearchResult: Se representan como pequeños círculos. Los atributos visuales son los siguientes:

- **Posición:** En coordenadas polares. Radio para la ubicación en la lista de resultados y la diferencia de ángulos de elementos contiguos según la altura del conjunto más pequeño que los contiene.
- **Tamaño:** *No se utiliza.*
- **Color (*Hue*):** Según el color del *cluster* que los contiene.
- **Intensidad:** *No se utiliza.*
- **Forma:** *No se utiliza.* Podría usarse para diferenciar los distintos tipos de documentos (PDF, PPT, DOC, etc.)
- **Orientación:** *No se utiliza.*
- **Textura:** *No se utiliza.*

ResultCluster: Se representan como áreas que encierran a los elementos que contienen. Los atributos visuales son los siguientes:

- **Posición:** Está en relación a la forma.
- **Tamaño:** Está en relación a la forma.
- **Color (*Hue*):** Se utiliza el *Hue* del ángulo medio del conjunto según el sistema de coordenadas de colores HSV.
- **Intensidad:** *No se utiliza.*

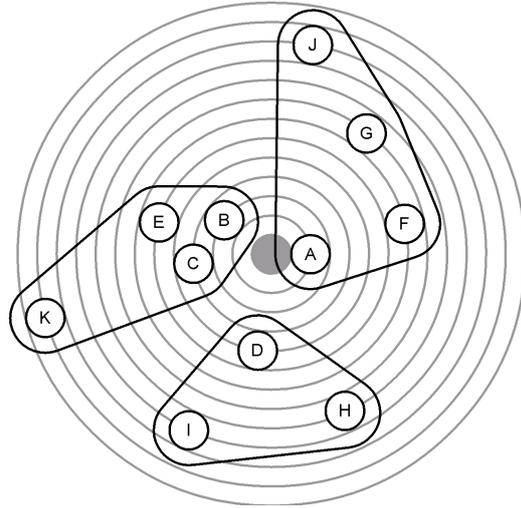


Figura 3.11: *Construcción de la metáfora (Paso 5):* Agregar polígonos cerrados para presentar los conjuntos.

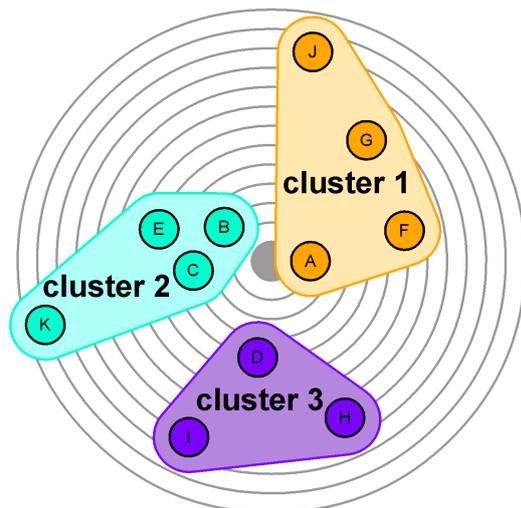
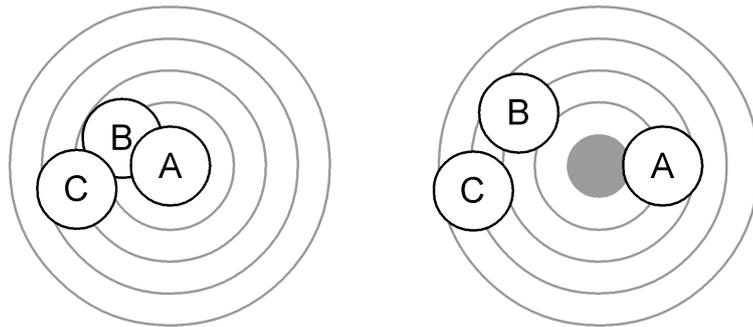


Figura 3.12: *Construcción de la metáfora (Paso 6):* Incorporar colores y etiquetas.

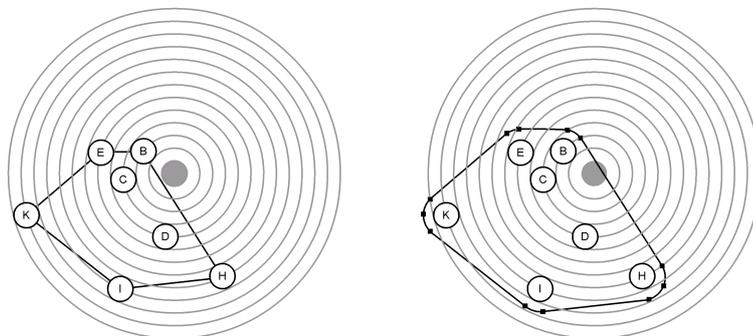
- **Forma:** Se utilizan polígonos convexos que contienen a los puntos pertenecientes a los conjuntos.
- **Orientación:** *No se utiliza.*
- **Textura:** *No se utiliza.*

Transformación: Abstracción visual – Vista

Las transformaciones que se utilizan en esta etapa son para salvar algunos problemas de presentación. Al trabajar con superficies polares, el espacio cercano al centro es menor que el del extremo. Para evitar que los puntos de las primeras ubicaciones se solapen cerca del centro, se han desplazado los elementos sumando una constante pequeña a los radios.



También se corrigen los polígonos que representan a los *clusters*. Los puntos de frontera se ven atravesados, afectando la eficacia en la percepción de grupo. Para ello se utilizan puntos extras por cada elemento y luego se construye el polígono.



Datos: Vista

El armado de la vista sufrió modificaciones a lo largo del tiempo. Desde el comienzo se pretendía reforzar la metáfora incorporando la lista ordenada de resultados a la manera tradicional, para que la propuesta no sea demasiado arriesgada. La alternativa por la que se optó es tratar a la vista como un espacio de resumen-detalle, tomando a la sección de la metáfora como resumen y las listas como detalle.

Se intentaron diferentes organizaciones: 2 columnas con la lista a la izquierda, 3 columnas con la lista separada en 2 columnas y el diagrama en el centro y, por último la opción ganadora, 2 columnas con la lista a la derecha (Figura 3.13). Respecto de la lista de resultados surgieron los

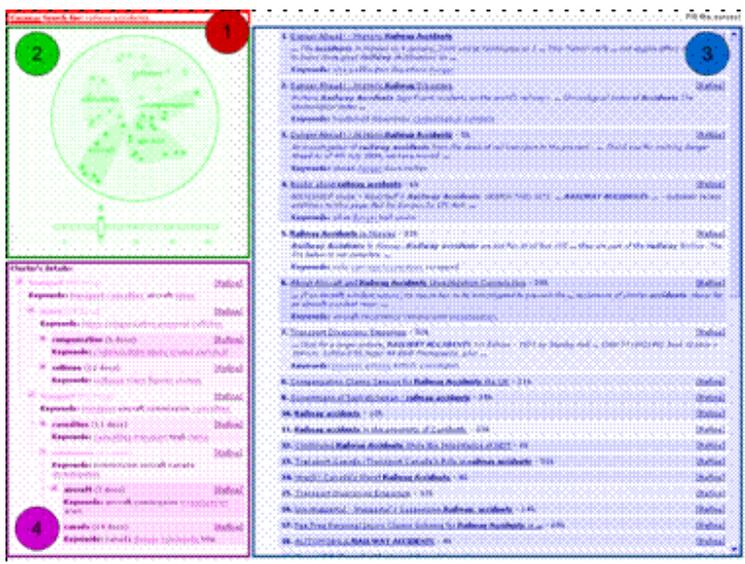


Figura 3.13: Diagramación de la vista.

siguientes aspectos a considerar. Tanto los pequeños puntos en el diagrama como las entradas en la lista de resultados referencian al mismo dato abstracto; por ende convendría utilizar elementos visuales que remarquen esta relación. Lo mismo ocurre con los conjuntos y la lista descriptiva de los clusters. Por ello se utilizaron colores iguales e interacciones simétricas.

Las entradas de la lista de resultados poseen la siguiente diagramación en 4 renglones, como lo muestra la Figura 3.14. La información de identificación del documento resultado se ubica en la primera línea, lo que permite comprimir y expandir la información de mayor detalle según sea

la preferencia del usuario. Por defecto, la vista expande los primeros 7 registros. Una posible mejora sería incorporar un *snapshot* del documento,

Figura 3.14: Detalle de un resultado en la *ResultListArea*.



como lo hace Alexa⁸, sobre el extremo izquierdo de cada registro. Además puede incorporarse nuevos atributos del resultado, como *la Fecha de Creación, Tipo de Documento, Ranking de la Comunidad de Usuarios*, etc.

A continuación se hace una breve reseña de los elementos visuales que conforman la vista:

QueryArea (1): Se incorpora una leyenda con la identificación del sistema y la consulta que se llevó a cabo.

CocovasArea (2): Esta área cuenta con la representación de la Metáfora Visual y un control de desplazamiento:

- **Cocovas:** Es el área de dibujo de la Metáfora Visual. Está delimitado y cuenta con una guía para acercar la analogía del blanco o diana.
- **SliderControl:** Este control permite fijar la cantidad de *clusters* de manera directa. El *knob* (perilla, manija) tiene una etiqueta con el valor fijado.

ResultListArea (3): Esta área cuenta con la lista de registros resultados respecto de la consulta. Los primeros 7 registros se presentan de manera expandida. Cuando, debido a la cantidad de registros, se supera el tamaño del área, se muestra una barra de desplazamiento vertical.

Cada registro tiene los siguiente campos:

- **Rank:** Número de orden de la lista.
- **Title:** Título del documento donde se presenta la consulta en contexto en negrita. (Cuando el título no está disponible se presenta la URL de acceso)
- **cachedSize:** Tamaño en KBytes de la copia de caché. (Cuando el tamaño no está disponible, este atributo no se muestra).

⁸<http://www.alexa.com/>

Cluster's details:

- transport (52 docs) [Refine]
- Keywords: transport casualties, aircraft, injury
- injury (18 docs) [Refine]
- Keywords: injury compensation, personal, collision
- compensation (6 docs) [Refine]
- Keywords: compensation, injury, claims, personal
- collision (12 docs) [Refine]
- Keywords: collision, class, figures, station
- transport (32 docs) [Refine]
- Keywords: transport, aircraft, commission, casualties
- casualties (11 docs) [Refine]
- Keywords: casualties, transport, report, commission (21 docs)
- Keywords: commission, aircraft, canada, investigation
- aircraft (7 docs) [Refine]
- Keywords: aircraft, commission, investigation, aircraft
- canada (14 docs) [Refine]
- Keywords: canada, danger, compensation, trip

Fill the survey!

1. **Danger Ahead! - Historic Railway Accidents** - 6k
... The accidents in Norway on 4 January, 2000 and at Hadington on 5 ... This "kahn-style ... link engine offers connections to many more great railway photographs or ...
Keywords: the paddington departure danger [Refine]
2. **Danger Ahead! - Historic Railway Disasters** - 5k
Historic Railway Accidents Significant Incidents on the world's railways ... Chronological Index of Accidents The chronological index ...
Keywords: twentieth disastrous chronological currents [Refine]
3. **Danger Ahead! - Historic Railway Accidents** - 5k
An investigation of railway accidents from the dawn of rail transport to the present ... Thank you for visiting Danger Ahead As of 4th July 1995, we have moved ...
Keywords: ahead danger dawn railfan [Refine]
4. **Books about railway accidents** - 6k
BOOKSHELF Home > Bookshelf > Railway Accidents SEARCH THIS SITE ... RAILWAY ACCIDENTS ... indicates recent additions to this page: Aircraft Dinger, By Eric Peck ...
Keywords: alan jagger ball union [Refine]
5. **Railway Accidents in Norway** - 32k
Railway Accidents in Norway, Railway accidents are not fun at all but still ... they are part of the railway history. The list below is not complete ...
Keywords: oslo strikes becoming scrapped [Refine]
6. **About Aircraft and Railway Accidents Investigation Commission** - 28k
... If an aircraft accident occurs, the cause has to be investigated to prevent the ... recurrence of similar accidents. Never let an aircraft accident occur ...
Keywords: aircraft recurrence commission investigation [Refine]
7. **Transport Disasters: Empoison** - 30k
Click for a large picture: RAILWAY ACCIDENTS 1st Edition - 1997 by Stanley Hall ... ISBN 0716024905 Book 32 from a former, Stephen Gifford for Ebury Press, plus ...
Keywords: quinton, winton, british, conington [Refine]
8. **Compensation Claims Service for Railway Accidents the UK** - 21k [Refine]
9. **Government of Saskatchewan - railway accidents** - 15k [Refine]
10. **Railway accidents** - 10k [Refine]
11. **Railway accidents in the proximity of Camforth** - 33k [Refine]
12. **Continental Railway Accidents Show the Importance of NDT** - 6k [Refine]
13. **Transport Canada - Transport Canada's Role in railway accidents** - 50k [Refine]
14. **Wreck! Canada's Worst Railway Accidents** - 8k [Refine]
15. **Transportation Empoison** - 39k [Refine]
16. **Unit Wagoncar - Wagoncar's Suspension Railway accidents** - 14k [Refine]
17. **Free Free Personal Injury Claims Schemes for Railway Accidents in** - 63k [Refine]
18. **AUTOMOBILE/RAILWAY ACCIDENTS** - 4k [Refine]
19. **France 17 Railway Accidents and Catastrophes** - 1k [Refine]

Clusters Search fast railway accidents

- `snippet`: Porción del documento donde se presenta la consulta en contexto en negrita. (Cuando el *snippet* no está disponible, se muestra la leyenda “*No snippet present*”).
- `descriptiveKeywords`: Lista de 4 palabras claves que describen el resultado. Las palabras subrayadas en verde responden a palabras que fueron reducidas por *Stemming*.
- `RefineButton`: Control con la leyenda “*Refine*”.

Y el relleno de cada registro responde al color del conjunto que pertenece.

`ClusterListArea` (4): Esta área cuenta con el detalle de los *clusters*. Como título posee la leyenda “*Cluster’s details*” que indica de qué trata esta sección. Sobre la izquierda de cada registro se muestran referencias de la estructura de uniones y controles (+) y (-). Cuando, debido a la cantidad de registros, se supera el tamaño del área, se muestra una barra de desplazamiento vertical.

Cada registro tiene los siguiente campos:

- `Title`: Título del conjunto. Es la palabra clave más representativa obtenida por el algoritmo de *clustering*.
- `Quantity`: Es la leyenda a continuación del título. Indica la cardinalidad del conjunto.
- `descriptiveKeywords`: Lista de 4 palabras claves que describen el conjunto. Las palabras subrayadas en verde responden a palabras que fueron reducidas por *Stemming*.
- `RefineButton`: Control con la leyenda “*Refine*”.

Y el relleno de cada registro responde al color del conjunto asignado según la posición en el diagrama.

3.2.3. Interacciones

Gran parte de las interacciones se plantean a nivel vista y están basadas en una decisión de diseño que prevalece en la propuesta: dar a conocer a los usuarios la Metáfora Visual de una manera amena y efectiva y minimizar el período de entrenamiento inicial. Debido a ello, la composición de la vista y las interacciones incorporadas pretenden ser de uso fácil e intuitivo, descartando las alternativas más elitistas. Las acciones incorporadas son de respuesta predecible lo que permite una mejor asimilación de las características particulares de la interfaz.

Si bien existe la posibilidad de incluir interacciones en las etapas anteriores del proceso del *Pipeline de Visualización*, éstas serían aprovechadas sólo por los usuarios con un conocimiento específico en el tratamiento de documentos. Los parámetros de los algoritmos de procesamiento de documentos y de *clustering* de documentos han sido fijados según decisiones de implementación dentro de un marco general. Estos parámetros podrían ser modificados mediante interacciones en la etapa de Abstracción de Datos.

Otra característica común a las interacciones es la de duplicación y sincronización de los eventos en las secciones de resumen (*CocovasArea*) y detalle (*ResultListArea* y *ClusterListArea*). Esta decisión continúa la idea de reforzar la percepción de relación entre elementos visuales y los datos subyacentes que representan. En este tipo de estrategias es fundamental dotar a la interfaz de interacciones consistentes y confiables ya que de otra manera peligra la construcción de la relación que se pretende remarcar.

Debido a esto y para describir más claramente la propuesta, primero listaremos las funcionalidades del prototipo y luego los métodos de acceso y las diferentes interacciones.

Acciones

Es posible construir una división de las funcionalidades del prototipo según el objeto de dato que afectan. Es decir, existe un conjunto de acciones sobre los objetos que representan a los documentos y otro sobre los *clusters*.

SearchResult: Cuenta con las siguientes acciones:

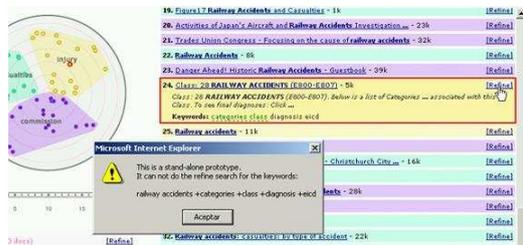
- **Focus:** Se incorporan elementos visuales en pos de distinguir el objeto en foco. Al posicionarse sobre el objeto, se muestra un marco sobre el punto en la *CocovasArea* y un recuadro en la *ResultListArea*, ambos de color rojo (Figura 3.15).
- **Show/Hide Details:** Esta funcionalidad presenta (y oculta) información de detalle respecto del documento interrogado. Esta información se presenta sobre la *ResultListArea*.
- **Go to URL:** Se accede al documento fuente en la Web.
- **Refine the query:** Esta funcionalidad no fue desarrollada al tratarse de un prototipo de arquitectura *stand-alone*. La idea

Figura 3.15: La lista de resultados se desplaza automáticamente para dejar en un plano visible al elemento en foco.



es reformular una consulta más específica agregando las *keywords* más representativas del documento; y volver a ejecutar este proceso (Figura 3.16).

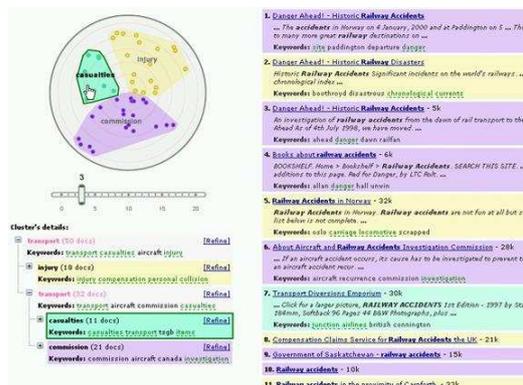
Figura 3.16: Reconstrucción de la consulta agregando las *keywords* más representativas del documento.



ResultCluster: Cuenta con las siguientes acciones:

- Focus:** De igual manera que sobre los documentos, se incorporan elementos visuales en pos de distinguir el objeto en foco. Al posicionarse sobre el objeto, se muestra un marco sobre el conjunto en la CocovasArea y un recuadro en la ClusterListArea, ambos de color verde oscuro (Figura 3.17). Los *clusters* de je-

Figura 3.17: Foco sobre un cluster.



rarquía mayor a los que están en la vista, ya han sido eliminados del diagrama dejando espacio a sus hijos. No obstante,

si se posiciona sobre alguno de éstos en la ClusterListArea, aparece en el diagrama el conjunto en gris translúcido con un marco punteado. Los colores de marco y de la etiqueta responden a los mismos que en la lista de clusters (Figura 3.18).

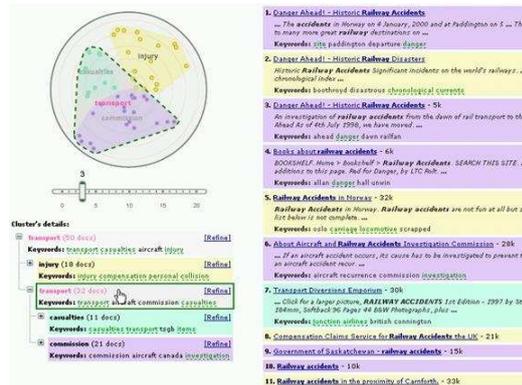


Figura 3.18: Foco sobre un cluster de mayor jerarquía, previamente dividido.

- **Show/Hide Cluster Details:** Esta acción presenta (y oculta) la información de detalle de los documentos que pertenecen al conjunto interrogado.
- **Show/Hide Cluster:** Esta funcionalidad es una de las principales que se incorpora en la propuesta. Permite ocultar (y volver a mostrar) los conjuntos interrogados y los documentos que pertenecen a estos conjuntos. Al ser ocultados, la lista se acomoda, permitiendo contar en pantalla elementos de orden inferior (Figura 3.19).

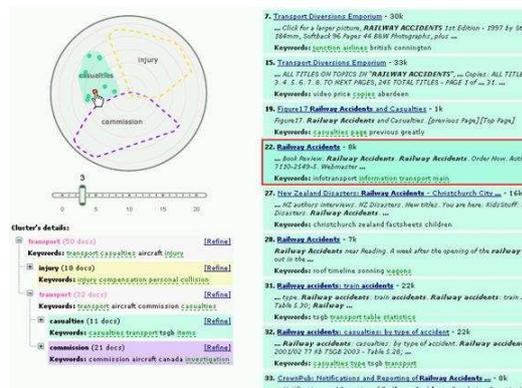


Figura 3.19: Resultado de ocultar 2 conjuntos y pedir detalle sobre el restante.

- **Split/Join Cluster:** Al tratar con técnicas de clustering jerár-

- **MouseOver:** Este evento resulta de posar el puntero del *mouse* sobre el objeto a interrogar. Las funciones de **Focus** se activan mediante este evento.
- **MouseClicked:** Este evento resulta de hacer *click* (o pinchar) el botón izquierdo del *mouse* sobre el objeto a interrogar. Las funciones de **Show/Hide Details** se activan mediante este evento.
- **MouseOver2sec:** Este evento soluciona el problema de mantener una lista de resultados más larga de los que se puede mostrar en la vista. Resulta de posar el puntero del *mouse* durante 2 segundos sobre el objeto a interrogar⁹. Al hacer foco sobre un elemento en el diagrama, la lista se desplaza hasta hacer centro en el elemento interrogado y luego presenta el detalle.

Los siguientes eventos son los más específicos; debido a ello se eligió por asignarlos a las acciones más específicas.

- **MouseClicked + Shift:** Este evento resulta de hacer *click* el botón izquierdo del *mouse* sobre el objeto a interrogar manteniendo presionada la tecla *Shift*. La función **Show/Hide Clusters** se activa mediante este evento.
- **MouseClicked + Control:** Este evento resulta de hacer *click* el botón izquierdo del *mouse* sobre el objeto a interrogar manteniendo presionada la tecla *Control*. La función **Split/Join Clusters** se activa mediante este evento¹⁰.

Menús Contextuales: Los menús contextuales conforman una alternativa ideal para acceder a un conjunto de acciones según algún objeto denominador. Este control facilita la construcción de interfases consistentes, ya que el usuario sólo accederá a las opciones propuestas y no a otras (Figura 3.21).

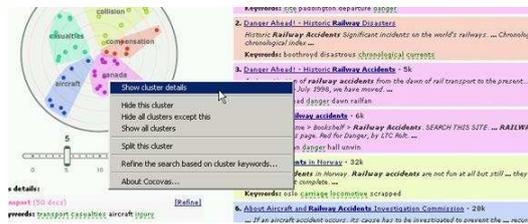
No obstante sus beneficios, para alcanzar las acciones incluidas en los menús contextuales es necesario utilizar el uso del botón derecho del *mouse* y al menos 2 *clicks*. Esta característica los sitúa en un segundo plano a la hora de su elección. Por ello, resulta conveniente utilizarlos para las acciones menos frecuentes.

Control de Slider: La utilización de métodos de *clustering* jerárquico en el procedimiento permite contar con datos respecto de la subdi-

⁹A este evento usualmente se lo utiliza para acciones como mostrar una *Tooltip*

¹⁰Esta función no fue implementada por limitaciones de la arquitectura del prototipo.

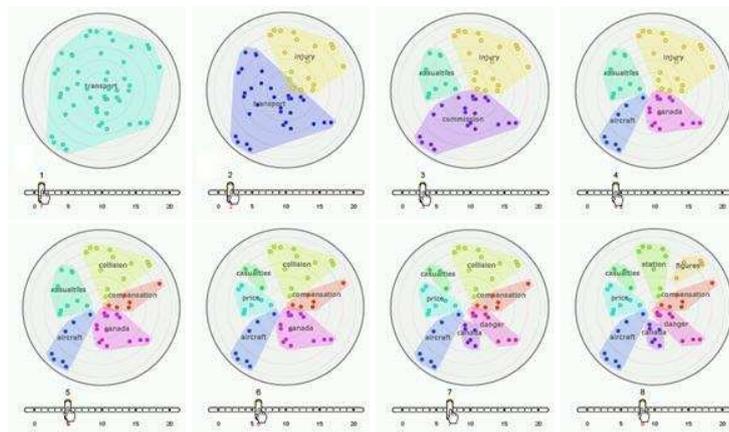
Figura 3.21: Menú contextual sobre un cluster.



visión de los conjuntos generados hasta el nivel de conjuntos unitarios. A diferencia del dendrograma que muestra de una sola vez todos estos subconjuntos, nuestra metáfora visual muestra los *clusters* como si fueran independientes. Valiéndonos de esta información extra, se incorporó un método de exploración dinámica para la manipulación directa de la cantidad de *clusters* a presentar. Mediante un control de *Slider*, se puede elegir la cantidad de *clusters* que queremos ver de manera rápida y eficaz.

Es fundamental en este tipo de mecanismos, contar con la respuesta del sistema de manera directa, es decir, proveer el *feedback* de forma inmediata. Para ello, se ha implementado la función de *Callback* para que se active a medida que se desplace el *knob*; esta característica obliga a disponer los algoritmos de presentación en el cliente y tener las estructuras de datos acordes a las restricciones de tiempo.

Figura 3.22: Detalle del uso del control de *Slider*.



3.3. Notas sobre la metodología de desarrollo

Para el desarrollo de este prototipo se ha utilizado una metodología de prototipado de ciclo iterativo de mejora y refinamiento. Esta técnica se basa en resolver los requerimientos de manera gradual y ágil. Una vez que una idea es presentada en el prototipo, se la critica y corrige de manera inmediata. El desarrollo rápido de los requerimientos de diseño permite implementar varias opciones de resolución para una misma tarea. En este tipo de proyectos resulta indispensable la componente de aceptación por parte de los usuarios y hace a la esencia del diseño. Por ese motivo, contar con una metodología de ciclos de refinamiento favorece a la efectividad del proceso.

Para lograr aplicar este modelo es necesario valerse de variadas técnicas que incluyen el bocetado en papel, utilizando elementos de librería como papeles de colores, etiquetas y tijeras; programas de edición de gráficos y lenguajes de programación de baja exigencia en lo formal con una alta tasa de productividad para lograr materializar la idea y poder revisarla inmediatamente.

Las decisiones de diseño son documentadas y puestas a consideración por el grupo de trabajo y por el usuario requeridor de manera continua donde se toma la decisión de la propuesta, se establecen los siguientes objetivos y se vuelve al ciclo de producción. No obstante sus ventajas en la producción de resultados visibles, este tipo de proyectos fácilmente recaen en problemas de calidad en la programación con una gran cantidad de errores y fallas. Por este motivo, luego de algunos ciclos cuando está a punto de peligrar la estabilidad del producto, se pasa a un estadio de *refactoring* o de paso en limpio del diseño del código del programa.

La elección de Python, para la programación del recupero y del tratamiento de datos y Scalable Vector Graphics (SVG) como lenguaje de declaración de los parte gráfica, sin duda han sido una excelente opción y permitió que el ciclo de prototipado fuese efectivo.

3.4. Notas sobre la implementación

3.4.1. Arquitectura elegida

Basándonos en el modelo de desarrollo que hicimos mención anteriormente y del *Pipeline de Visualización*, la arquitectura elegida se mantiene en la misma línea de acción. La opción que se llevó a cabo es la del desarrollo de componentes autónomos cada uno responsable de una tarea pequeña dentro del proceso. De esta manera nos fue posible aislar cada componente y concentrarnos en resolver una problemática por vez.

Como entorno de presentación se utilizó al *web browser*. Esta opción resulta la más razonable tratándose de una aplicación, que una vez llevada a los niveles de producción, se publicaría en la web. Para la parte gráfica se utilizó a SVG, un lenguaje de descripción de gráficos vectoriales ideal para la confección de prototipos. Al momento de presentación de este trabajo, no existen *web browsers* que reproduzcan de manera nativa gráficos SVG; para ello se deberá instalar un *plugin*, en nuestro caso, el Adobe SVG Viewer 3.0¹¹.

La siguiente tabla detalla la función de cada componente:

google2raw: Esta componente está desarrollada en Python y utiliza una API de acceso a los servicios de búsqueda publicados por Google vía Simple Object Access Protocol (SOAP). Las llamadas al servicio de consulta permiten obtener 10 resultados por vez. Una vez obtenida la cantidad de 50 se procede a descargarse el contenido de la copia de caché y si esta está disponible, se accede al sitio original. Luego se aplican diversas técnicas para extraer el texto de las páginas Web (esta tarea no es tan simple como parece ya que en la Web existen una gran cantidad de páginas mal formadas que no admiten los procedimientos de extracción de textos mediante intérpretes formales).

- **In:** Texto de la consulta.
- **Out:** Se almacenan temporalmente en un archivo, la consulta y la lista ordenada de resultados. Además se graba otro con las palabras de cada documento para su procesamiento.

¹¹<http://www.adobe.com/svg/viewer/install/>

raw2mat: Esta componente consiste en un conjunto de *scripts* Perl y Batch Shell que preparan el archivo de palabras generado por la componente anterior, para ser tratado por la herramienta de *clustering* CLUTO.

Se utiliza como base la herramienta *doc2mat* provista por CLUTO a la cual se le han hecho algunas modificaciones en el tratamiento del *stemming* reemplazando la clave del *stem word* por la secuencia de palabras alcanzada por el algoritmo.

- **In:** Archivo con las palabras de cada documento.
- **Out:** Se generan los *word vectors*, formato de entrada de la herramienta CLUTO; y el diccionario de palabras.

raw2mat: Esta componente es un *script* de llamada a CLUTO. Se incorporan las opciones `-labeltree -fulltree -showtree` para que genera el árbol de uniones completo que luego se utilizará para construir el diagrama en la vista.

- **In:** Archivo con los *word vectors*, y el diccionario de palabras.
- **Out:** Archivo con el árbol de uniones resultado del algoritmo de *clustering* jerárquico.

tree2svg: Esta componente está desarrollada en Python. Es la componente principal donde se implementa el método de presentación de los resultados.

- **In:** Archivos con los datos de la consulta, la lista de resultados y el árbol de uniones.
- **Out:** Genera los archivos de presentación SVG y HTML con la descripción del diagrama visual y las listas de resultados y clusters.

inter*: Son los *scripts* que controlan la interacción a nivel presentación. Están desarrollados en JavaScript y manejan los objetos SVG y HTML a través de DOM.

Para el objeto *Slider* se ha utilizado como base el control creado por Kevin Lindsey¹² y puesto a disponibilidad a la comunidad de desarrolladores SVG.

¹²<http://www.kevlindev.com/gui/widgets/slider/index.htm>

3.4.2. Notas sobre SVG

El lenguaje Scalable Vector Graphics (SVG)¹³ es la recomendación de la World Wide Web Consortium (W3C) para la especificación de gráficos vectoriales en la web. Permite describir de manera simple y en formato XML, un gran conjunto de objetos gráficos en dos dimensiones con una alta variedad opciones y funcionalidades. Dentro de sus características se destaca su adaptación a otros estándares como CSS, eXtensible Stylesheet Language (XSL) y DOM; lo que brinda la posibilidad de incluir objetos SVG fácilmente en aplicaciones web.

Los gráficos SVG son intrínsecamente interactivos, es decir, cada objeto puede responder a eventos inicializados por el usuario o de manera programada. Dentro de las opciones que maneja la especificación se incluyen eventos de *mouse*, de teclado y temporales. Esta característica permite la ejecución de animaciones o de cualquier *script*.

El siguiente ejemplo muestra un círculo pintado de rojo con borde azul especificado en SVG:

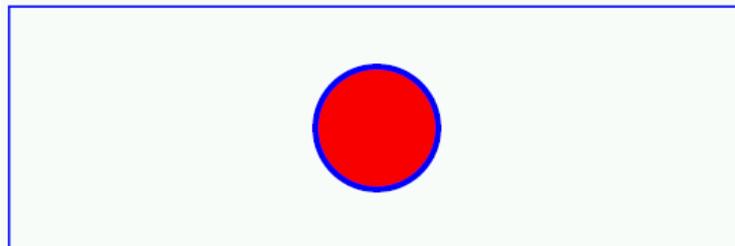
```
<?xml version="1.0" standalone="no"?>
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 20010904//EN"
    "http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/DTD/svg10.dtd">

<svg width="12cm" height="4cm" viewBox="0 0 1200 400"
    xmlns="http://www.w3.org/2000/svg"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink">

    <circle cx="600" cy="200" r="100" fill="red"
        stroke="blue" stroke-width="10" />

</svg>
```

Figura 3.23: Ejemplo de un círculo descrito en SVG.



¹³SVG: <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>

3.5. Experiencias de usuarios

El proceso de desarrollo del prototipo involucra la constante revisión y validación por parte de los usuarios. En nuestro proyecto, los usuarios potenciales serán quienes utilicen asiduamente los buscadores de Internet. Sin embargo, probablemente aquéllos que posean un acercamiento mayor a los sistemas de visualización podrán asimilar más velozmente el entrenamiento inicial, reconocer los aportes y generar mejores críticas.

El contacto con los usuarios validadores se practicó de manera continua a lo largo del proceso de diseño. Este grupo¹⁴ colaboró comentando sus experiencias de uso y sus propias iniciativas de mejora, las cuales algunas se han tenido en cuenta para su incorporación.

Disposición de la vista: La disposición de los elementos en la vista final se reconocía como un problema desde etapas tempranas del proyecto. Y para eso se testearon varios modelos de trazado. La Figura 3.24 corresponde a un modelo de 3 columnas con el diagrama en el centro. Este modelo tenía la característica de presentar la



Figura 3.24: Disposición de la vista en 3 columnas.

lista de los resultados partida en 2 columnas, lo que permitía un mayor espacio para ubicar los 50 resultados. Sin embargo la idea de comenzar la lista en la primera columna y hacerla continuar en la tercera, tuvo problemas de comprensión. Más aún cuando los resultados en la lista se ocultaban, algunos resultados cambiaban de columna, lo que creaba confusión. Ciertamente, no era una buena opción.

Disposición de la vista (2): Una vez que se decidió por una organiza-

¹⁴Se remarca la colaboración de un grupo de alumnos de la materia Visualización de la Información del nuestro Departamento, que una vez finalizada la cursada del segundo cuatrimestre de 2005, ayudaron en la crítica de nuestra propuesta.

ción de 2 columnas, el inconveniente estaba en encontrar algún mecanismo para presentar los 50 resultados en una lista de manera efectiva. La primera opción era disponer de un control de desplazamiento que afecte sólo a la lista de resultados. El problema ocurría cuando se interactuaba con elementos del diagrama que representaban a documentos que estaban fuera de pantalla.

Como solución se pensó en una lista que se desplaza automáticamente, presentando el resultado interrogado en un primer plano a la vista del usuario. Esta misma idea actualmente está siendo utilizada por Google Finance BETA¹⁵ para presentar las noticias relacionadas (Figura 3.25).

Figura 3.25: Desplazamiento automático de la lista de noticias implementado por Google Finance BETA.



Stemming: Una de las sugerencias recibidas durante el diseño fue la de darle mayor importancia a la presentación de las palabras clave que describen a los *clusters* y a los resultados. Esa idea derivó a incluir en el detalle las primeras 4 palabras más significativas.

A eso se le agregó una explicación sobre aquellas palabras que habían sido afectadas por el método de *stemming* durante el preprocesamiento de textos. Sobre ellas se introdujo un *tooltip* que describe todas las palabras de la misma familia ordenadas por frecuencia (Figura 3.26).

Figura 3.26: Tooltip sobre las palabras clave.



¹⁵<http://finance.google.com/>

Capítulo 4

Notas finales

4.1. Conclusiones

Los sistemas de visualización permiten brindar una respuesta atractiva para la comprensión de grandes y diversas colecciones de datos. Durante este trabajo hemos desarrollado un sistema de visualización para la presentación de resultados de un buscador de Internet. La característica principal de nuestra propuesta es integrar la lista tradicional de resultados ordenados con una innovadora Metáfora Visual que unifica en una misma vista la posición relativa y la categorización dada por un método de *clustering* jerárquico de los documentos recuperados.

Para alcanzar los niveles de efectividad deseados en el diseño de visualizaciones es fundamental el conocimiento y la correcta aplicación de los fundamentos teóricos de la disciplina y, por sobre todo contar con la aceptación del usuario. En nuestra experiencia los usuarios que han probado la herramienta se han llevado una impresión altamente positiva y han manifestado un gran interés por los avances. No obstante es necesario mantener este entusiasmo luego del primer impacto visual que todo sistema de estas características produce: no basta con que la información se presente de manera atractiva, sino que la respuesta en su conjunto debe darse eficientemente. Para ello resulta indispensable poner énfasis en los algoritmos de tratamiento documental, de *clustering* y de dibujo y elegir las estructuras de datos adecuadas.

Asimismo para que esta adopción sea más fuerte, el usuario deberá ser

capaz de modificar sus conductas de interacción siendo más permeable a los nuevos avances propuestos. Esto no debería ser visto como una imposición unidireccional por parte de los diseñadores, sino como una interacción constante entre diseñadores y usuarios valiéndose del aprovechamiento de la tecnología disponible. En el presente trabajo se propone un modo no tan agresivo de acercamiento a los sistemas de visualización; la inclusión de la lista de resultados ordenados es un ejemplo del intento de hacer esta asimilación más gradual.

Este trabajo no pretende resolver el problema integral de la presentación de los sistemas IR. Como hemos visto, el proceso de adquisición de la información cuenta con diversas necesidades que van desde el recupero de un documento específico –donde las presentaciones de los sistemas IR tradicionales están fuertemente instauradas– hasta la visión general respecto de una temática: intentar brindar una solución a todo este espectro resulta una idea demasiado ambiciosa. Nuestra propuesta se ubica dentro de las soluciones para el apoyo en investigaciones sobre todo en temáticas novedosas donde la inclusión de la separación categórica y de interacciones acordes, adquieren una notable relevancia. Sobre este requerimiento consideramos que la incorporación de técnicas de Visualización de Información cuenta con un futuro prometedor.

4.2. Trabajo Futuro

La idea que remarca con más fuerza en la propuesta es la presentación de una Metáfora Visual novedosa para la presentación de resultados de un motor de búsqueda de Internet. Durante el desarrollo del prototipo, han surgido diversas decisiones de diseño que han obligado a fijar ciertos parámetros para la resolución de la problemática específica que tratamos. No obstante, percibimos cierta flexibilidad en la Metáfora Visual lo que permitiría una potencial adaptación sobre otros dominios de información y otros requerimientos de acceso y periféricos. A continuación se hace una breve reseña de los potenciales campos de aplicación de sistemas de visualización que incorporen la Metáfora Visual.

4.2.1. Colecciones fuertemente estructuradas

Una de las características remarcables de la metáfora, quizá la más fuerte, es la presentación de los elementos y su relación categórica. Para la implementación de la propuesta, se ha utilizado una asignación de categorías, mediante la aplicación de un mecanismo de *clustering* jerárquico de documentos, que se efectúa ante cada recupero; pero nada impide utilizar una estructura ya establecida: existen numerosos casos donde los elementos poseen atributos categóricos de estructura jerárquica. Ejemplo de ello son los productos en venta en un supermercado, archivos en un *filesystem*, elementos con atributos georeferenciados, etc.

La Figura 4.1 muestra una posible búsqueda sobre la colección de productos en venta en un supermercado; el radio puede ser asignado a cualquier otra variable numérica, como el precio o la preferencia de compra:

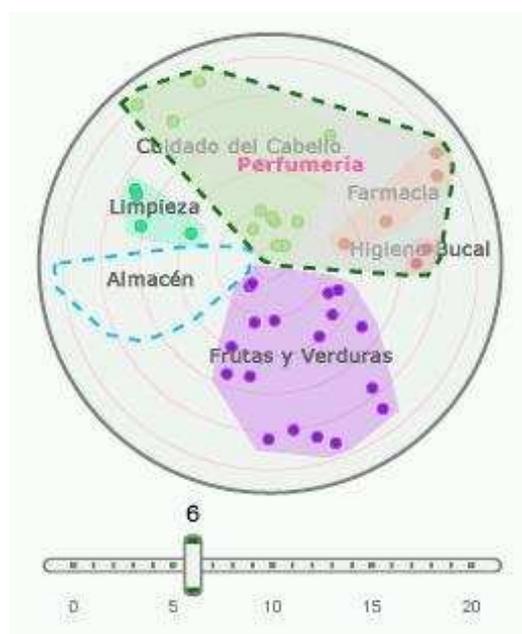


Figura 4.1: Ejemplo de utilización de la Metáfora Visual en colecciones fuertemente estructuradas.

4.2.2. Otras presentaciones fuera del navegador

Hace algunos años que existe una nueva familia de aplicaciones que brindan servicios de Internet por afuera del navegador web. Ejemplo de ello

son Yahoo! Widgets¹, Dashboard² de Mac OS X y Google Desktop Sidebar. Mayormente estas aplicaciones funcionan como un entorno de ejecución

Figura 4.2: Dashboard de Mac OS X.



de pequeños programas, o *widgets*, de variados fines. Cada *widget* en particular cubre una funcionalidad específica y acotada. El usuario es capaz de elegir cuáles utilizar y disponerlos arbitrariamente sobre el escritorio o sobre una barra lateral.

El entorno brinda un lenguaje de programación de alto nivel con acceso a librerías de dibujo, de interacción con el usuario, servicios web, etc. Estas facilidades favorecieron a la instauración de comunidades de usuarios que han creado sus propios *widgets*.

Estos espacios resultan particularmente atractivos para la adaptación de nuestra propuesta. Es posible pensar en un diseño que involucre sólo la presentación del diagrama. Para ello habría que repensar el sistema de interacciones y cómo brindar información de detalle, ya que no se cuentan con las listas de resultados ni la de los *clusters*.

4.2.3. Dispositivos móviles

Siguiendo la idea mencionada anteriormente, el diseño de visualizaciones sobre espacios reducidos es un interesante desafío. Creemos que COCOVASpodría resultar efectivo sobre estos espacios teniendo en cuenta diseños que utilicen sólo el diagrama para la presentación. A los problemas de resolver cómo brindar información de detalle, se le suma la

¹<http://widgets.yahoo.com/>

²<http://www.apple.com/macosx/features/dashboard/>

adaptación al sistema de interacción, ya sea por teclado reducido como los teléfonos móviles, como el lápiz en las PDA. Sobre estas últimas habría que evaluar las características de selección simple, múltiple y demás gestos que se realizan mediante el lápiz.

Bibliografía

- [1] Christopher Ahlberg and Ben Shneiderman. Visual information seeking using the filmfinder. In *Proceedings of ACM CHI94 Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1994.
- [2] Mary Czerwinski Benjamin B. Bederson, Aaron Clamage and George G. Robertson. Datelens: a fisheye calendar interface for PDAs. *Interactions*, 11(4):9–10, 2004.
- [3] Michael W. Berry, Zlatko Drmac, and Elizabeth R. Jessup. Matrices, vector spaces, and information retrieval. *SIAM Rev.*, 41(2):335–362, June 1999.
- [4] Jacques Bertin. *Semiology of Graphics*. The University of Wisconsin Press, 1983.
- [5] Enrico Bertini. *Information visualization: state of the art, key issues and new methods*, 2003.
- [6] Stuart K. Card and Jock Mackinlay. The structure of the information visualization design space. In *IEEE Symposium on Information Visualization (InfoVis '97)*, páginas 92–99, Washington - Brussels - Tokyo, oct 1997. IEEE.
- [7] Ed H. Chi. A taxonomy of visualization techniques using the data state reference model. In *INFOVIS*, páginas 69–76, 2000.
- [8] Ed H. Chi and John T. Riedl. An operator interaction framework for visualization systems. In *Proceedings IEEE Symposium on Information Visualization 1998*, páginas 63–70, 1998.
- [9] Isabel F. Cruz and Roberto Tamassia. *Graph Drawing Tutorial*.
- [10] David Karger Douglass R. Cutting, Jan O. Pedersen and John W. Tukey. Scatter/gather: A cluster-based approach to browsing large

- document collections. In *Proceedings of the Fifteenth Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, páginas 318–329, 1992.
- [11] A. Wong G. Salton and A. C. S. Yang. A vector space model for automatic indexing. *Communications of the ACM*, 18:229–237, 1975.
- [12] Roberto Tamassia Giuseppe Di Battista, Peter Eades and Ioannis G. Tollis. *Graph Drawing: Algorithms for the Visualization of Graphs*. Prentice Hall, 1999.
- [13] Christopher G. Healey. Perception in visualization. Department of Computer Science, North Carolina State University.
- [14] Federico F. Gonzalez Humberto Fernandez and Gustavo E. Gonzalez. Percepción. In *Temas de psicología cognitiva*, Capítulo 1. UBA. Tekné SRL, 1987.
- [15] A. Inselberg. The plane with parallel coordinates, special issue on computational geometry, 1985.
- [16] Ramana Rao John Lamping and Peter Pirolli. A focus+context technique based on hyperbolic geometry for visualizing large hierarchies. In *Proc. ACM Conf. Human Factors in Computing Systems, CHI*, páginas 401–408. ACM, 1995.
- [17] R.A. Earnshaw K.W. Brodli, L.A. Carpenter et al., editors. *Scientific Visualization: Techniques and Applications*. Springer-Verlag, 1992.
- [18] Krista Lagus. *Text mining with the WEBSOM*. PhD thesis, Helsinki University of Technology, 2000.
- [19] Y. K. Leung and M. D. Apperley. A review and taxonomy of distortion-oriented presentation techniques. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, 1(2):126–160, 1994.
- [20] Anton Leuski and James Allan. Lighthouse: Showing the way to relevant information. In *INFOVIS*, páginas 125–130, 2000.
- [21] Ricardo Baeza-Yates Marti A. Hearst and Berthier Ribeiro-Neto. *Modern Information Retrieval*, Capítulo 10: User Interfaces and Visualization, páginas 257–323. Addison Wesley, 1999.
- [22] Chris North. A taxonomy of information visualization user-interfaces, 1998.

- [23] Hikmet Senay and Eve Ignatius. Rules and principles of scientific data visualization. Department of Electrical Engineering and Computer Science. The George Washington University, 2001.
- [24] Pablo R. Fillottrani Sergio Martig, Silvia Castro and Elsa Estevez. Un modelo unificado de visualización. In *Proceedings CACIC Workshop de Computación Gráfica, Imágenes y Visualización 2003*, 2003.
- [25] Ben Shneiderman and B. Johnson. Tree-maps: A space-filling approach to the visualization of hierarchical information, 1991.
- [26] Ben Shneiderman. Direct manipulation: A step beyond programming languages. *IEEE Computer*, 16(8):57–69, 1983.
- [27] Ben Shneiderman. Dynamic queries for visual information seeking. *IEEE Software*, 11(6):70–77, nov 1994.
- [28] Ben Shneiderman. The eyes have it: A task by data type taxonomy for information visualizations. In *IEEE Visual Languages*, páginas 336–343, College Park, Maryland 20742, U.S.A., 1996.
- [29] Robert Spence. *Information Visualization*. Adisson-Wesley, 2001.
- [30] Spence, Robert and Tweedie, Lisa. The attribute explorer: Information synthesis via exploration. *Interacting with Computers*, 11(2):137–146, 1998.
- [31] Jock MacKinlay Stuart K. Card and Ben Shneiderman, editors. *Readings in Information Visualization: Using Vision to Think*. The Morgan Kaufmann Series in Interactive Technologies, 1999.
- [32] Anne Triesman. Preattentive processing in vision. In *Computer Vision, Graphics, and Image Processing.*, páginas 156–177, 1985.
- [33] Edward R. Tufte. *The Visual Display of Quantitative Information*. Graphics Press, 1983.
- [34] Edward R. Tufte. *Envisioning Information*. Graphics Press, 1990.
- [35] Edward R. Tufte. *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*. Graphics Press, 1997.
- [36] Marti A. Hearst Wanda Pratt and Lawrence M. Fagan. A knowledge-based approach to organizing retrieved documents. In *AAAI/IAAI*, páginas 80–85, 1999.
- [37] Leland Wilkinson. *The Grammar of Graphics*. Springer, 1999.

- [38] Christopher Williamson and Ben Shneiderman. The dynamic HomeFinder: Evaluating dynamic queries in a real-estate information exploration system. In Nicholas Belkin, Peter Ingwersen, and Annelise Mark Pejtersen, editors, *Proceedings of the 15th Annual International Conference on Reasearch and Development in Information Retrieval*, SIGIR Forum, páginas 338–346, New York, NY, USA, jun 1992. ACM Press.
- [39] Oren Zamir and Oren Etzioni. Grouper: a dynamic clustering interface to Web search results. *Computer Networks (Amsterdam, Netherlands: 1999)*, 31(11–16):1361–1374, 1999.