

# METODOLOGÍA INTERDISCIPLINARIA PARA DISEÑAR NUEVAS ARQUITECTURAS DE REPRESENTACIÓN DE DATOS – PARTE II<sup>1</sup>

**Julio Bermúdez** (College of Architecture+Planning)  
**Stefano Foresti** (Center for High Performance Computing)  
**Jim Agutter** (College of Architecture+Planning)  
**Dwayne Westenskow** (School of Medicine)  
**Noah Syroid** (School of Medicine)  
**Frank Drews** (Department of Psychology)  
**Elizabeth Tashjian** (School of Business)  
University of Utah  
375 S 1530 E, Rm 235  
Salt Lake City, UT 84112  
United States  
bermudez@arch.utah.edu

## Abstract

*This paper is a continuation of the work published last year in the SIGraDi Conference Proceedings [1] (hence its "Part II" title). In this submission we complete the description of our methodology for designing Data Representation Architectures by providing background, conceptual, and logistic information addressing the difficult task of managing interdisciplinarity.*

## 1. Estado del arte en InfoVis

Los métodos actuales de representación informática son el resultado de 25 años de investigación y trabajo en Visualización Científica (SciVis, o 'Scientific Visualization', como es denominada comúnmente) y Visualización Informática (InfoVis, o 'Information Visualization'). En general la SciVis se enfoca a la presentación de datos que tienen una referencia espacial o formal directa con la realidad (ej., concentración de oxígeno en tejidos específicos del cerebro). En contraste la InfoVis se ocupa de representar datos abstractos o sea información que no tiene una forma o espacialidad natural o real, como por ejemplo mediciones de presión y temperatura. [2] [3] [4] [5] [6]

Dado nuestro interés en la expresión de datos abstractos en tiempo real, nuestro trabajo tiene como contexto científico la comunidad de InfoVis. Aquí, la investigación consiste generalmente en la aplicación o mejorado de metáforas visuales conocidas, y donde la mayoría de publicaciones o trabajos se enfocan a derivados gráficos de las mismas. Hay que reconocer que algunas de estas técnicas son efectivas y versátiles: por ejemplo, el mapeo de datos en diagrama de árbol ha probado tener una amplia gama de aplicabilidad. Sin embargo, a pesar de que las técnicas y metáforas visuales existentes en InfoVis pueden proveer discernimiento a usuarios de experiencia, generalmente no son intuitivas para aquellos usuarios con poca práctica. Segundo, una gran parte del trabajo en InfoVis se enfoca al descubrimiento de

datos (ej., encontrar orden o significado en bases de datos) y no en métodos de representación de tales datos. Tampoco se presta mucha atención a cómo la InfoVis puede mejorar la toma de decisiones en tiempo real [8-11]. Desafortunadamente, los pocos trabajos existentes en esta área son en su mayoría relacionados a Defensa o Inteligencia y así están fuera de acceso por razones de seguridad de estado. Tercero, los trabajos en InfoVis tienden a ser simplistas, visualmente pobres y/o altamente académicos y por lo tanto responden muy limitadamente a las demandas reales de Visualización Informática. Cuarto, hay pocos ejemplos exitosos de productos InfoVis que incluyan el círculo completo de desarrollo desde investigación-concepción a implementación y evaluación. Y Quinto, la mayoría de las auto-definidas prácticas interdisciplinarias de InfoVis son en realidad alianzas restringidas a las ciencias duras que muy raramente incluyen a expertos de las humanidades, artes y diseño. Creeemos que muchas de las falencias del paradigma actual de InfoVis deben ser encontradas en esta actitud auto-limitante.

## 2. Interdisciplinariedad completa

Nuestro grupo de investigación CROMDI (*Center for the Representation of Multi-Dimensional Information*) fue creado y opera con la convicción de que la solución a las limitaciones actuales en InfoVis se encuentra en desarrollar una **nueva arquitectura de representación de datos**. Definimos como arquitectura de representación de datos al orden organizativo, funcional, expe-

<sup>1</sup> Copyright © 2004 de los autores. Todos los derechos reservados.

riencial, mediático y tecnológico que define la interacción entre datos, representación y usuario.

Desarrollar esta arquitectura de representación informática significa crear una nueva forma de abordar la InfoVis que, en turno, responda a la gran variedad de consideraciones y dimensiones que comprenden a toda presentación de información. No solamente se debe considerar el modelo cognitivo de la toma de decisión del usuario, sino también determinar la naturaleza y conducta de los datos (estructura, proceso), los tipos de problemas y situaciones, las necesidades y requerimientos de la operación, la tecnología para producir la gráfica digital, los sistemas evaluativos, etc. Es obvio que esta cantidad de factores no puede ser abordada por una disciplina en forma aislada. Solamente una sólida y bien organizada colaboración interdisciplinaria puede responder a esta situación mediante la asociación de expertisas diferentes, cada una ofreciendo herramientas particulares y complementarias.

El uso cada vez más común de los términos *interdisciplinario* y *multidisciplinario* en tareas de investigación demuestra una conciencia creciente de que se requiere la colaboración entre científicos y profesionales de experticia diversa para poder responder con éxito a las demandas de los problemas contemporáneos. [12-16] Sin embargo, no todos estos esfuerzos 'interdisciplinarios' son iguales. Debido a que el mundo profesional y el sistema universitario han evolucionado hacia un alto grado de especialización en las últimas décadas, las palabras *inter-* y *multi-disciplinario* son usadas indiscriminadamente para definir colaboraciones entre disciplinas de gran similitud, o sin una consideración rigurosa de si las disciplinas envueltas son *suficientes* para resolver un problema dado. Por ejemplo, muchas organizaciones estudian la conducta humana en ambientes informáticos, pero pocas incluyen individuos provenientes de las humanidades, las artes, diseño, o comunicación. Además, el proceso de arbitraje o evaluación externa dentro de comunidades científicas o departamentos académicos conduce a la fragmentación disciplinar al recompensar el estudio de áreas cada vez más reducidas, lo que limita colaboraciones interdisciplinarias y el intercambio de conocimientos.

De esta manera, no es sorprendente descubrir que los resultados provenientes de investigaciones interdisciplinarias entre campos similares son generalmente limitados. La interdisciplinariedad 'angosta' tiende a fallar porque las disciplinas incluidas frecuentemente perciben al problema desde la misma perspectiva y por lo tanto no consideran y responden a la múltiple gama de dimensiones que caracteriza a todo problema de alta complejidad.

Para responder a esta importante falencia, hemos creado el término '*interdisciplinariedad completa*' para indicar la inclusión de todas las disciplinas que son *necesarias y suficientes* para la solución de un problema de InfoVis. Esto significa una colección diversa y amplia de campos tales como las ciencias, las humanidades, las artes y el diseño. Por los últimos 7 años, en CROMDI hemos estado modelando nuestra colaboración interdisciplinaria siguiendo el concepto de interdisciplinariedad completa. Esto implica recurrir una gran variedad de docentes e investigadores de adentro y fuera del campus de la Universidad de Utah.

CROMDI incluye expertos de una amplia variedad de áreas, incluyendo la Arquitectura, Bio-inginería, Ciencias de la Computación, Comunicaciones, Coreografía y Danza, Defensa, Economía, Matemática, Medicina, Música, y Sicología.

### 3. Proceso de Diseño Como Metodología Interdisciplinaria

En adición a la idea de 'interdisciplinariedad completa', hay otras dos prácticas que diferencian a nuestro trabajo de otros grupos en la comunidad de InfoVis y que consideramos esenciales para obtener resultados positivos:

1. la utilización del *proceso de diseño* como mecanismo fundamental de metodología interdisciplinaria, y
2. la aplicación de *evaluaciones sistemáticas* a lo largo de todo el proceso como mecanismo de control de calidad. Este aspecto de nuestro trabajo fue descripto en la primera parte de esta ponencia [1]

A pesar de que inicialmente no consideramos utilizar el proceso de diseño como metodología principal de colaboración interdisciplinaria, esta estrategia surgió naturalmente durante los primeros dos años de trabajo (y se ha consolidado desde entonces). Descubrimos 'orgánicamente' que la creación de herramientas de InfoVis, especialmente si son hechas para una base variada de usuarios, son mejores si son desarrolladas dentro un proceso de diseño iterativo que permite una atención simultánea a perspectivas, habilidades, experiencias y conocimientos múltiples. También descubrimos que el proceso de diseño promueve relaciones sociales espontáneas y naturales entre un amplio número de disciplinas y personalidades en el contexto de problemas de difícil respuesta. Esto es consistente con investigaciones sobre el aprendizaje, la solución de problemas complejos, y comunicación intrasubjetivas, que indican que el taller de diseño en general y el proceso de diseño en particular proveen condiciones de trabajo óptimas (laboratorio y metodología) para abordar problemas abiertos, indefinidos y de variables múltiples. [17-19]

### 4. Estructura organizativa e interdisciplinariedad

¿Qué tipo de estructura organizativa puede incorporar y apoyar prácticas colaborativas interdisciplinarias? Dado el tamaño, diversidad, y experticia de nuestro equipo, la práctica de interdisciplinariedad completa, la lógica del proceso de diseño, el sistema continuo de evaluación, y la naturaleza del problema, dividimos a nuestro grupo CROMDI en varios equipos, cada uno enfocado en responder al problema desde su especialidad pero en directa colaboración con los otros equipos de acuerdo a necesidad. Así existen los equipos de Sicología, de Ciencias de la Computación, de Aplicación (ej., Medicina, Economía, etc.), etc. La discusión de esta estrategia se encuentra en nuestra ponencia anterior. [1] El Equipo de Diseño establece el ritmo general del trabajo y es con quien interactúan todos los otros equipos a diferentes tiempos en una modalidad similar a la del taller de diseño tradicional.

El trabajo interactivo de toda esta gente y disciplinas sigue una ideología que considera al diseño como función de la conducta y necesidad humana y de la interacción entre operario y

monitor. Como resultado, el proceso de diseño se adapta al concepto de "círculo hermenéutico". Este concepto implica un proceso iterativo que incluye la implementación de un diseño junto al aprendizaje y entendimiento que surge de discusiones y testeos con usuarios reales, así como también de refinamientos subsecuentes del diseño. Primero, el problema y las metáforas para representar la información son definidos. Luego un proceso continuo vía "intercambios dialógicos" es usado para ganar mayor entendimiento del diseño. De esta manera nuevas interpretaciones son descubiertas y el diseño es refinado. El desarrollo del diseño (ver figura 1) contiene una segunda vuelta de evaluación crítica que considera la usabilidad y naturaleza intuitiva del diseño.

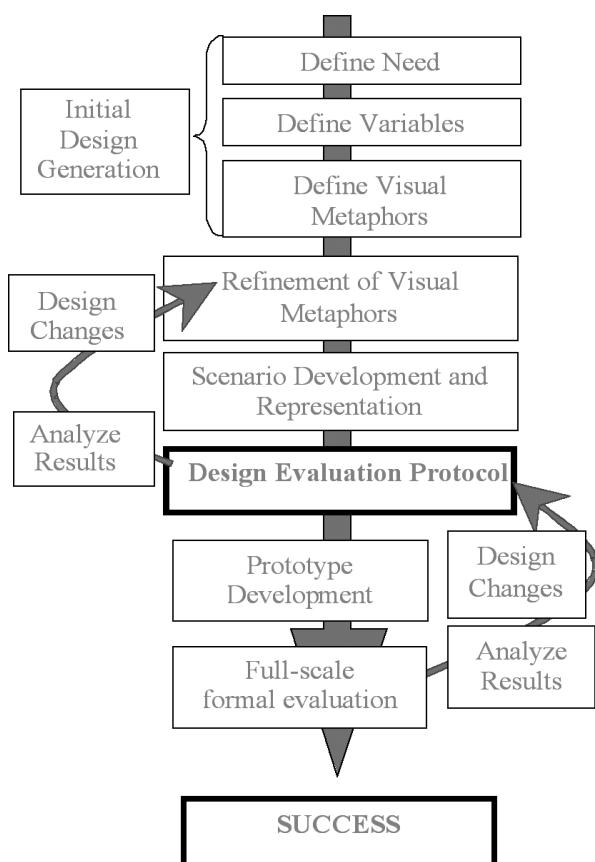


Figura 1. Proceso de desarrollo del diseño InfoVis de CROMDI.

Cada refinamiento del diseño es evaluado usando un protocolo de experimentación. Los resultados de estos testeos son analizados metodicamente para determinar posibles cambios en el diseño y al mismo tiempo minimizar el prejuicio de los diseñadores. Este proceso también minimiza alteraciones de los requerimientos de la InfoVis y del diseño en etapas posteriores en el ciclo de vida del producto, cuando los cambios son costosos (ej., un cambio durante la fase de diseño es mucho menos caro que un cambio una vez que el monitor de InfoVis ha sido puesto en operación). Esta metodología funciona porque el diseño es evaluado y refinado durante cada fase de desarrollo, con la intención de que la mayoría de los cambios ocurran en las etapas iniciales de diseño.

## 5. Consideraciones finales

Decir que en CROMDI utilizamos *el proceso de diseño como metodología para implementar la interdisciplinariedad completa, un proceso de evaluación continua como control de calidad, y una estructura organizativa específica de operación* no es suficiente para explicar totalmente nuestra empresa de investigación. En realidad, nuestro trabajo colaborativo está en última instancia sostenido por una atención continua y cuidadosa a la dinámica de grupo y que esta basada en roles definidos, respeto mutuo, confianza, valores similares, objetivos compartidos, y lenguaje común. [20-23] Aquí hay que reconocer que la compatibilización de diferentes métodos, técnicas, posiciones, intereses, estandares, lenguajes, perspectivas, conocimientos, y expectativas de gente de disciplinas muy diferentes toma un tiempo y esfuerzo considerable ya que se tienen que remontar prejuicios que cada campo tiene sobre los otros. [24-25] La confianza real entre las diferentes disciplinas solo se consigue luego de cada una haber demostrado su valor a través de su trabajo concreto. A pesar de que a corto plazo este tipo de colaboración multidisciplinaria es a veces inefectiva y lenta, a largo plazo se demuestra extraordinariamente productiva y exitosa. Estas consideraciones no son producto de una elaboración teórica o aislada. Por el contrario. Nosotros las hemos testeado directamente y descubierto su veracidad.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido posible en parte gracias a una beca de los National Institutes of Health (I-R01 HL64590-01) de EEUU y al apoyo del Estado de Utah al Center for the Representation of Multi-Dimensional Information (CROMDI – <http://www.cromdi.utah.edu>)

## Referencias

1. Bermudez J, Foresti S, Agutter J, Westenskow D, Syroid N, Drews F, Tashjian E, y Adams V., Metodología Interdisciplinaria para Diseñar Nuevas. Arquitecturas de Representación de Datos, in S.Carmena & R.Ulges (eds.): Libro de Ponencias del 7 Congreso de SIGraDi, Universidad Nacional de Rosario, Argentina, 2003, pp.334-338.
2. Baeza-Yates, R y Ribeiro-Neto, B., Modern Information Retrieval, Addison-Wesley, Harlow, England, 1999.
3. Card, S.K.; Mackinlay, J.D. y Shneiderman, B., Readings in Information Visualization, Morgan-Kaufman, San Francisco, CA, 1999.
4. Shneiderman, B., Tree Visualization with Treemaps: A 2-Dimensional Space Filling Approach. ACM, Transaction on Graphics 1992, v.11, n.1, pp. 92-99.
5. Tufte, E., The Visual Display of Quantitative Information. Graphics Press, Connecticut, 1983.
6. 138Ware, C., Information Visualization from Design, Morgan-Kaufman, San Francisco, CA, 2000.
7. Bermudez J, Agutter J, Westenskow D, Zhang Y, Foresti S, Syroid N, Lilly B, Strayer D, Drews F., y Gondeck-Becker D, La Arquitectura de Representación de Datos. Diseño Arquitectónico Aplicado a La Visualización en Anestesiología, en G. Guzman Dumont (ed.) Libro de Ponencias del 5 Congre-

- so de SIGraDI 2001, Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile, 2001, pp.135-138.
8. Farley, J. F. y Varhol, P. D.: Visualizing Data in Real Time. *Dr. Dobb's Journal of Software Tools*, 1993, v.18, n.13.
  9. Gunther, T., C.; Poliwoda, C.; Reinhart, J.; Hesser, R.; Manner, H-P; y Meinzer; Baur, H-J., VIRIM: A Massively Parallel Processor for Real-Time Volume Visualization, *Medicine, Computers and Graphics* 1995 v.19, n.5.
  10. Mihalisin, T.; Timlin, J. y Schwegler, J., Visualizing Multivariate Functions, Data, and Distributions. *IEEE Computer Graphics and Application* 1991, v.11,n.3.
  11. Sillion, F.; Drettakis, G. y Bodelet, B., Efficient Impostor Manipulation for Real-Time Visualization of Urban Scenery. *Computer Graphics Forum*. 1997, v.16, n.3.
  12. Benowitz, S, Wave of the Future: Interdisciplinary Collaborations. *The Scientist*, 1995, v.9 (Jun. 26), p. 13.
  13. Kahn, R, L. y Prager, D. J.: Interdisciplinary Collaborations Are a Scientific and Social Imperative. *The Scientist* 1994 (July 11), p. 12.
  14. Mathieu, J.; Goodwin, G. F.; Heffner, T. S.; Salas, E.; y Cannon-Bowers, J. A., The Influence of Shared Mental Models on Team Process and Performance. *Journal of Applied Psychology* 2000 v.85, n.2, pp. 73-283.
  15. Rentsch, J. R. y Klimoski, R. J., Why do Great Minds Think Alike?: Antecedents of Team Member Schema Agreement. *Journal of Organizational Behavior* 2001, v.22 (March) pp. 107-120.
  16. Zare, R.N.: Knowledge and Distributed Intelligence. *Science* 1997 v.275, p. 1047.
  17. Lawson, B., *How Designers Think*. Architectural Press, London, 1980.
  18. Rowe, P., *Design Thinking*, The MIT Press, Cambridge, MA, 1987.
  19. Schön, D., *The Reflective Practitioner*, Basic Books, New York, 1983.
  20. Friedman, B., *Human Values and the Design of Computer Technology*, Center for the Study of Language and Information, Stanford, CA, 1997.
  21. Friedman, B.; Khan, P. H; y Howe, D. C., Trust Online. *Communications of the AC*. 2000 v.43 n.12 (December) pp.34-40.
  22. Hinds, P. y Kiesler, S., Communication Across Boundaries: Work, Structure, and Use of Communication Technologies in a Large Organization. *Organization Science* 1995 v6., n.4, pp. 373-393.
  23. Kraut, R.; Kiesler, S.; Boneva, B.; Cummings, J.; Helgeson, V., y Crawford, A, The Internet Paradox Revisited. *Journal of Social Issues* 2002 v.58, pp.49-74.
  24. Kraut, R. E.; Galegher, J. y Egido, C., Tasks and Relationships in Scientific Research Collaborations. *Human-Computer Interaction* 1988 v.3, pp. 31-58.
  25. Schutz, W. F., *A Three-Dimensional Theory of Interpersonal Behavior*. Holt, Rinehart, and Winston, New York, 1958.