

## ANÁLISIS VISUAL DE DATOS MULTIDIMENSIONALES

**Antonella S. Antonini<sup>1</sup>, M. Luján Ganuza<sup>1</sup>, Florencia Gargiulo<sup>2</sup>, Gabriela Ferracutti<sup>2</sup>, Ernesto A. Bjerg<sup>2</sup>, Silvia M. Castro<sup>1</sup>, Krešimir Matković<sup>3</sup>, Eduard Gröller<sup>4</sup>**

<sup>(1)</sup>Laboratorio de I+D en Visualización y Computación Gráfica  
Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur (DCIC-UNS)  
Instituto de Ciencias e Ingeniería de la Computación (UNS-CONICET)  
Laboratorio de I+D en Visualización y Computación Gráfica,  
(UNS-CIC Prov. de Buenos Aires)

antonella.antonini@cs.uns.edu.ar; mlg@cs.uns.edu.ar; smc@cs.uns.edu.ar

<sup>(2)</sup>INGEOSUR, Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur  
florenciagargiulo@gmail.com; gferrac@uns.edu.ar; ebjerg@ingeosur-conicet.gob.ar

<sup>(3)</sup>VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH,  
Donau-City-Strasse 11, 1220 Viena, Austria.

Matkovic@vrvis.at

<sup>(4)</sup>Technische Universität Wien, Institut für Computergraphik und Algorithmen,  
Favoritenstrasse 9-11 / E186, A-1040 Viena, Austria

groeller@cg.tuwien.ac.at

### RESUMEN

El objetivo de la visualización es comunicar información de una manera gráfica, interactiva y comprensible. La visualización de datos multivariados, en particular, es un campo de investigación activo con una gran aplicación en diversas áreas.

En el análisis de conjuntos de datos multidimensionales, las cuestiones relacionadas con la detección de eventos, correlaciones, patrones y tendencias, desempeñan un papel cada vez más importante.

A medida que aumenta la dimensionalidad de los datos, la realización de una visualización eficaz se vuelve cada vez más compleja ya que muchas técnicas tradicionales solo pueden generar vistas parciales de los datos [3, 11, 12, 13], imposibilitando la detección de posibles relaciones entre todas las variables involucradas en el proceso.

Por lo tanto, tener un conjunto de metáforas visuales y técnicas de visualización relacionadas, es muy útil para nuestro análisis. Estas representaciones deben poder transmitir de manera efectiva las características del espacio de información e inspirar el descubrimiento.

En este contexto, el objetivo general es contribuir al desarrollo de tecnologías en torno al análisis visual de datos multidimensionales. En esta línea en particular, nos centraremos en la aplicación de estas nuevas tecnologías en el campo de la geología, pero estos métodos son extensibles a diferentes disciplinas.

**Palabras Clave:** Análisis Visual; Datos Multidimensionales; Visualización de Datos Geológicos

### CONTEXTO

Se trabaja en estrecha colaboración con investigadores de centros de investigación de

prestigio nacional e internacional, entre los que se encuentran TuWien (Institute of Computer Graphics and Algorithm, Austria), VRVis (Center for Virtual Reality and Visualization, Austria), INGEOSUR-CONICET (Instituto Geológico del Sur) y el Departamento de Geología de la Universidad Nacional del Sur. Además, contamos con la participación de investigadores del VyGLab (Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación (DCIC-UNS).

## 1. INTRODUCCIÓN

La visualización de información tiene como objetivo analizar datos de forma rápida, interactiva e intuitiva utilizando representaciones visuales. La exploración y el análisis de datos, son pasos cruciales en la investigación científica. Los médicos, físicos, matemáticos y otros científicos examinan, exploran y analizan datos para comprender mejor los problemas.

En la actualidad, los datos aumentan constantemente en término de volumen y diversidad, por lo que las técnicas de visualización se enfrentan al desafío de hacer frente a conjuntos de datos cada vez más grandes en términos de representación, interacción y rendimiento.

La visualización de datos multivariados es una tarea desafiante. El objetivo no es sólo la visualización de múltiples dimensiones de datos, sino ayudar al usuario en la comprensión de los mismos.

Las técnicas tradicionales de visualización, tales como diagramas de dispersión, diagramas de líneas, diagramas de barras, gráficos circulares, etcétera; sólo producen una visión parcial de la información.

Al aumentar la dimensionalidad de los datos, lograr una visualización eficiente de los mismos se convierte en una tarea cada vez más compleja, ya que los espacios multidimensionales son difíciles de entender por su propia naturaleza, debido a la gran cantidad de dimensiones que se deben representar en un espacio muy limitado.

En este contexto, resulta de gran utilidad contar con diferentes herramientas para el análisis visual de datos multidimensionales que permitan inferir conclusiones sobre las posibles relaciones existentes entre ellos. Dada la particularidad de los datos en uso, ninguna de las técnicas de visualización logra satisfacer los requerimientos de análisis y comprensión por sí sola.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Desde los inicios de la investigación, nos centramos particularmente en la visualización de datos geológicos, de características multidimensionales, pero con el objetivo presente de lograr resultados que puedan aplicarse a distintas disciplinas en las que también deba obtenerse información a partir de este tipo de conjuntos de datos.

Se establece como objetivo general el contribuir al desarrollo de tecnologías y soluciones en torno al análisis visual de datos multidimensionales; métodos que puedan aplicarse a distintas disciplinas en las que también deba obtenerse información a partir de conjuntos de datos.

El diseño y desarrollo de las técnicas y herramientas se orienta a la visualización de datos geoquímicos obtenidos a partir del análisis mineral de rocas [2, 9, 10]. Al trabajar en conjunto con investigadores del área de Geología del Instituto Geológico del Sur (UNS-CONICET), podemos establecer el

análisis de minerales del grupo de los espinelos como caso de estudio y validar las técnicas de visualización propuestas mediante la utilización de conjuntos de datos con los que ya cuentan estos profesionales.

### 3. RESULTADOS OBTENIDOS Y ESPERADOS

De manera sostenida en el tiempo, se ha trabajado en temas relacionados con la Visualización de Datos aplicada a Geociencias en general, y a los minerales del grupo de los espinelos en particular [4,5]. Se desarrollaron nuevas técnicas de visualización para datos geológicos aplicados a la mineralogía y a la prospección de recursos naturales [6, 7, 8].

En el último año, se desarrolló e implementó una herramienta web para la visualización de datos geológicos que integra la mayoría de los diagramas que utilizan los geólogos comúnmente para analizar las características químicas de los minerales e incorpora visualizaciones interactivas en 3D [1]. También proporciona vistas coordinadas e interacciones adecuadas para que los usuarios interactúen con sus conjuntos de datos.

Ya mencionamos que nuestro principal objetivo es desarrollar técnicas y tecnologías que puedan aplicarse a diversas disciplinas, por lo que actualmente estamos trabajando en una segunda herramienta web que integrará un conjunto de metáforas visuales y técnicas de visualización que permita analizar cualquier conjunto de datos.

Por otro lado, en conjunto con investigadores del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab, UNS-CIC Prov. de Buenos Aires) se lleva a cabo un relevamiento del estado del arte de las técnicas existentes para datos multidimensionales con el objetivo de, en una próxima instancia, diseñar nuevas técnicas de

visualización para el tratamiento de datos con estas características.

### 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

A continuación, se detallan las tesis finalizadas y en desarrollo, proyectos de investigación vinculados con las líneas de investigación presentadas y las becas adquiridas en centros de investigación científica.

**Tesis Finalizada:** “Interacciones en Visualización”, tesis de doctorado en Ciencias de la Computación. Alumna: M. Luján Ganuza. Directora: Dra. Silvia Castro.

**Proyecto Final Finalizado:** “Técnicas 3D para Visualización de Datos Geológicos en la Web”. Proyecto final de la Ingeniería en Sistemas de Computación. Alumno: Gonzalo Picorel. Directora Silvia Castro. Codirectora: M. Luján Ganuza.

**Proyecto Finalizado:** PGI 24//N037 “Análisis Visual de Grandes Conjuntos de Datos”. Directora: Silvia M. Castro.

**Proyecto Vigente:** PGI 24//N048 “Análisis Visual de Datos”. Directora: Silvia M. Castro.

**Proyecto Vigente:** PICT 2017-1246 “Análisis Visual de Datos en Geociencias”. Directora: Silvia M. Castro.

**Becaria:** Antonella S. Antonini. Título del plan propuesto: “Visualización de Datos Geológicos en la Web”. Beca de entrenamiento 2018. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Adjudicada a partir de abril de 2018 y por un término de 12 meses.

**Becaria:** M. Luján Ganuza. Título del plan propuesto: “Análisis Visual de Datos Multidimensionales en Espacios Ad-Hoc”. Beca Posdoctoral 2018 CONICET. Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina. Adjudicada a partir de abril de 2019 y por un término de 24 meses.

**Becaria:** Antonella S. Antonini. Título del plan propuesto: “Análisis Visual de Datos Multidimensionales”. Beca doctoral 2019 CONICET. Comisión Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de la República Argentina. Adjudicada a partir de abril de 2019 y por un término de 5 años.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Antonini, A. S., Ganuza, M. L., Ferracutti, G., Gargiulo, M. F., Matković, K., Gröller, E., Bjerg, E. A & Castro, S. M. (2021). Spinel web: an interactive web application for visualizing the chemical composition of spinel group minerals. *Earth Science Informatics*, 1-8.
- [2] Barnes, S. J., and Roeder, P. L. The range of spinel compositions in terrestrial mafic and ultramafic rocks. *J. Petrol.* 42, 12 (2001), 2279–2302.
- [3] Card, S. K., Mackinlay, J. D., and Shneiderman, B. *Readings in information visualization: using vision to think*. Morgan Kaufmann, 1999.
- [4] Ferracutti, G. R., Gargiulo, M. F., Ganuza, M. L., Bjerg, E. A., and Castro, S. M. Determination of the spinel group end members based on electron microprobe analyses. *Mineral. Petrol.* 109, 2 (2015), 153-160.
- [5] Ganuza, M. L., Castro, S. M., Ferracutti, G., Bjerg, E. A., and Martig, S. Spinelviz: An interactive 3d application for visualizing spinel group minerals. *Comput. Geosci.* 48 (2012), 50–56.
- [6] Ganuza, M. L., Ferracutti, G., Gargiulo, M. F., Castro, S. M., Bjerg, E. A., Gröller, E., and Matkovic, K. The spinel explorer - interactive visual analysis of spinel group minerals. *IEEE TVCG.* 20, 12 (2014), 1913–1922.
- [7] Ganuza, M. L., Ferracutti, G., Gargiulo, M. F., Castro, S. M., Bjerg, E. A., Gröller, E., Matkovic, K. Interactive visual categorization of spinel-group minerals. *Proc. of the Spring Conf. on Comput. Graph.* (2017).
- [8] Ganuza, M. L., Gargiulo, M. F., Ferracutti, G., Castro, S. M., Bjerg, E. A., Gröller, E., Matkovic, K. Interactive semi automatic categorization for spinel group minerals. In *2015 IEEE Conference on Visual Analytics Science and Technology, VAST 2015, Chicago, IL, USA, October 25-30, 2015* (2015), 197–198.
- [9] Lindsley, D.H. Oxide minerals: petrologic and magnetic significance. *Review in Mineralogy* 25 (1991).
- [10] Roeder, P. L. Chromite; from the fiery rain of chondrules to the kilauea iki lava lake. *The Canadian Mineralogist* 32, 4 (1994), 729–746.
- [11] Spence, R. *Information Visualization: Design for Interaction*. 2007.
- [12] Ware, C. *Information Visualization: Perception for Design*. Morgan Kaufmann, 2004.
- [13] Ward, M. O., Grinstein, G., Keim, D. *Interactive data visualization: foundations, techniques, and applications*. CRC Press, 2010.