



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

# *Arrange spatial data*

Visualización de Información  
IIC2026

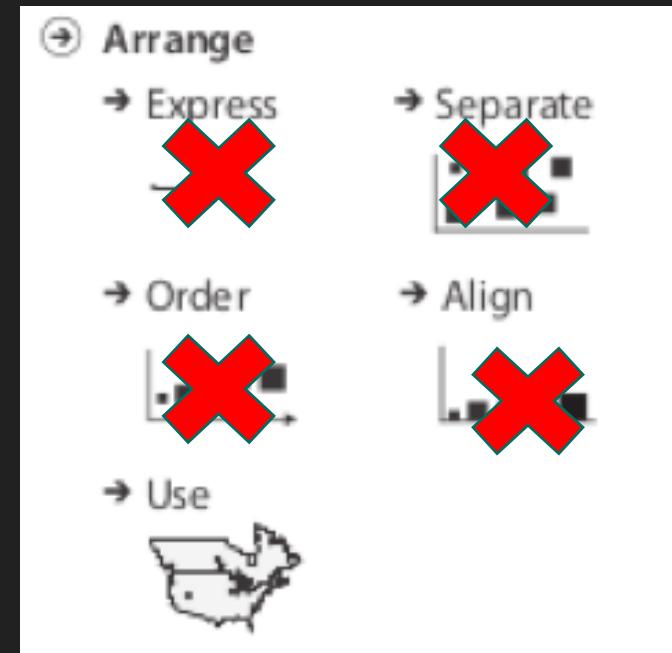
Profesor: Denis Parra

# Planificación semestral

	Pre: python/pandas		
Semana	Martes	Ayudantía	Jueves
1	Intro + ¿Qué es visualización?	Tunear HTML/SVG/CSS (framework)	Javascript I (ayudantia)
2	Data abstraction	feriado virgencita	Task abstraction
3	Análisis y validación	Javascript II	Marcas y canales
4	Percepción	d3 introducción	Rules of thumb
5	Tablas	d3 plot estáticos	Redes (1)
6	Redes (2)	D3: networks	Datos Espaciales
7	feriado fiestas patrias	feriado fiestas patrias	Color
8	Manipulación	D3: manipucion	Manipulación 2
9	Presentación Hernán	D3: interactividad	Presentación Cristobal
10	IR / Minería Texto		Visualización de Texto
11	PRESENTACIONES	PRESENTACIONES	PRESENTACIONES
12	Series de Tiempo (Nebil)		Charla Invitada
13	Casos de Estudio I		feriado dia de los morts
14	Casos de Estudio II		Visualizacion de Algoritmos
15	Invitado de Socvis E. Graells		
16		Presentaciones finales	

# *Arrange spatial data*

- Al igual que para mostrar datos tabulares, tenemos que tomar ciertas decisiones para visualizar datos espaciales.
- Sin embargo, en este contexto, ya no aplica lo de “expresar, separar, ordenar y alinear” que estudiamos en el capítulo anterior.
- El canal de “posición” no puede ser directamente codificado con otros atributos.



# Los dos tipos de datos espaciales

- Geometría : no tienen necesariamente atributos asociados
- Campo espacial: atributos están asociados con cada celda en el campo

## Arrange Spatial Data

### ④ Use Given

- Geometry
  - Geographic
  - Other Derived



### → Spatial Fields

- Scalar Fields (one value per cell)
  - Isocontours
  - Direct Volume Rendering



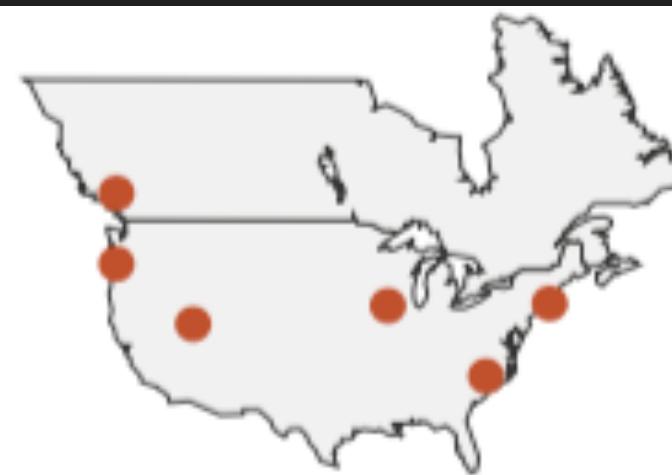
- Vector and Tensor Fields (many values per cell)
  - Flow Glyphs (local)
  - Geometric (sparse seeds)
  - Textures (dense seeds)
  - Features (globally derived)



Design choices for using given spatial data: geometry or spatial fields.

# I. Geometría

- **Geometry**
  - *Geographic*
  - *Other Derived*



# Geometría 1

- Los datos geométricos **no tienen necesariamente atributos** asociados a ellos. Solamente muestran información acerca de las formas a través de la posición espacial de los elementos.
- En el contexto de **computación gráfica**, el campo aborda simplemente el **problema de dibujar datos geométricos**.
- Lo que hace a la **geometría** interesante en el **contexto de visualización** es cuando se **deriva directamente de los datos**, como resultado de una decisión de diseño al nivel de abstracción.

# Geometría 2

- ... En el **contexto de una visualización**, un tema interesante a tratar es el **nivel de abstracción** que se usa como resultado de una decisión de diseño.

# Geometría 3: Datos geográficos

- El término **generalización cartográfica** está estrechamente relacionado al término abstracción usado durante el curso: el conjunto de decisiones acerca de cómo derivar una geometría apropiada, de forma que es útil para las tareas de usuarios de mapas.
- Por ejemplo, este tipo de decisiones han sido discutidas hace siglos por **cartógrafos** para representar visualmente datos geográficos (filtrado, agregación, nivel de detalle)
  - ¿Cómo representar una ciudad? ¿Por un punto o por una figura?
  - Si es una figura, ¿con qué nivel de abstracción?

# On exactitude in Science

Jorge Luis Borges

“... and the Cartographers Guild drew a Map of the Empire  
**whose size was that of the Empire**, coinciding point for  
point with it. The following Generations, who were not so  
fond of the Study of Cartography **saw the vast Map to be  
Useless...**”

purportedly from Suárez Miranda, Travels of Prudent Men, Book Four, Ch. XLV, Lérida, 1658

# Geometría 4

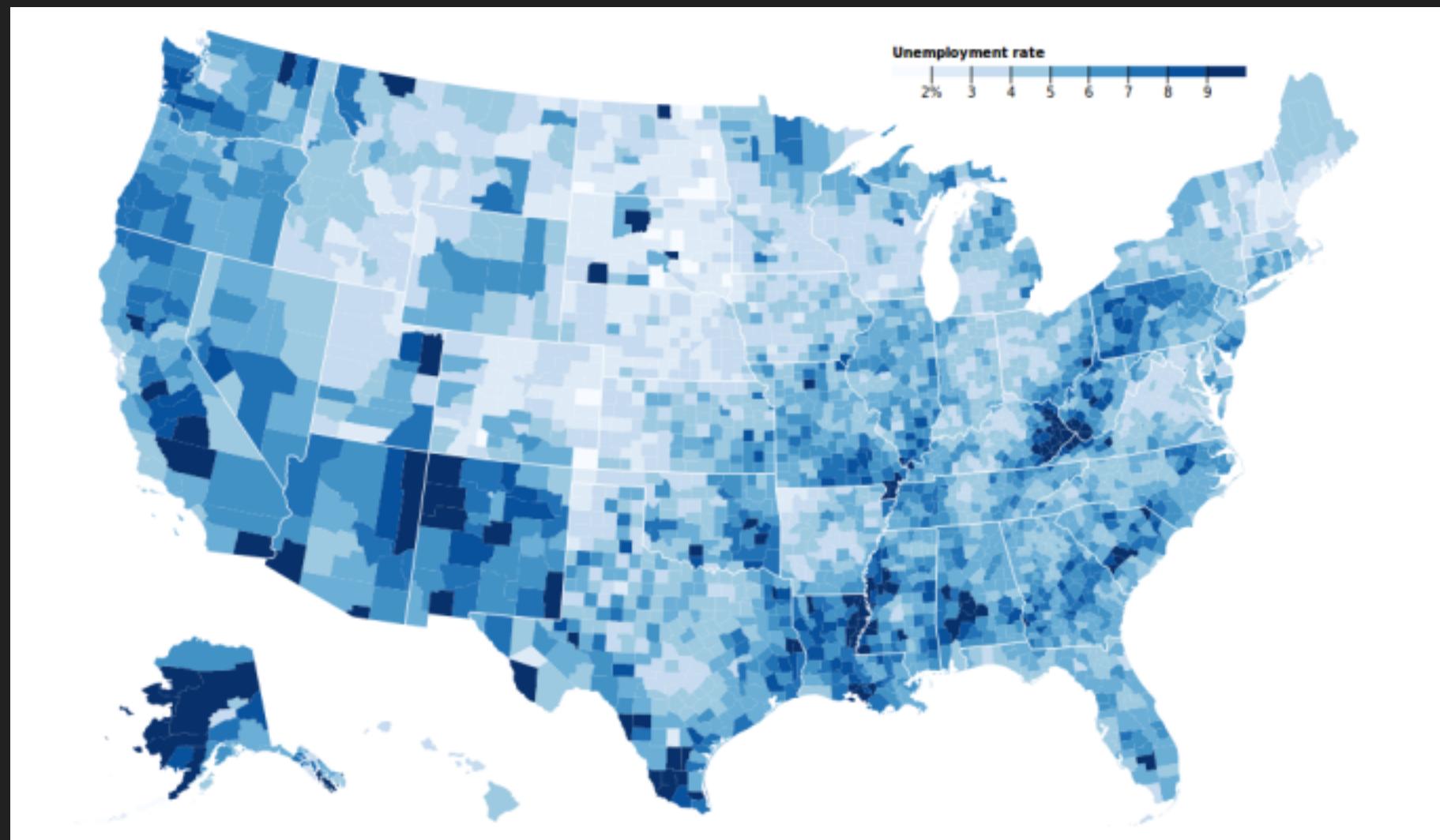
- ... por otro lado, **datos cartográficos incluyen información no espacial**, por ejemplo:
  - Datos de población en forma tabular que pueden usados para codificar el tamaño de los puntos (marcas) representando ciudades
- La integración de datos no espaciales con datos espaciales se llama **cartografía temática** en la literatura de cartografía.

## *Geometría >> Choropleth maps*

- Este tipo de mapas muestra un **atributo cuantitativo** codificado como un **color** en una región delimitada por marcas de área, en donde cada una está determinada por la geometría dada.
- Estas **regiones** pueden ser **provistas** directamente por el *dataset*, o bien derivadas usando **generalizaciones cartográficas**.

# *Choropleth maps*

Ver [ejemplo en D3.](#)

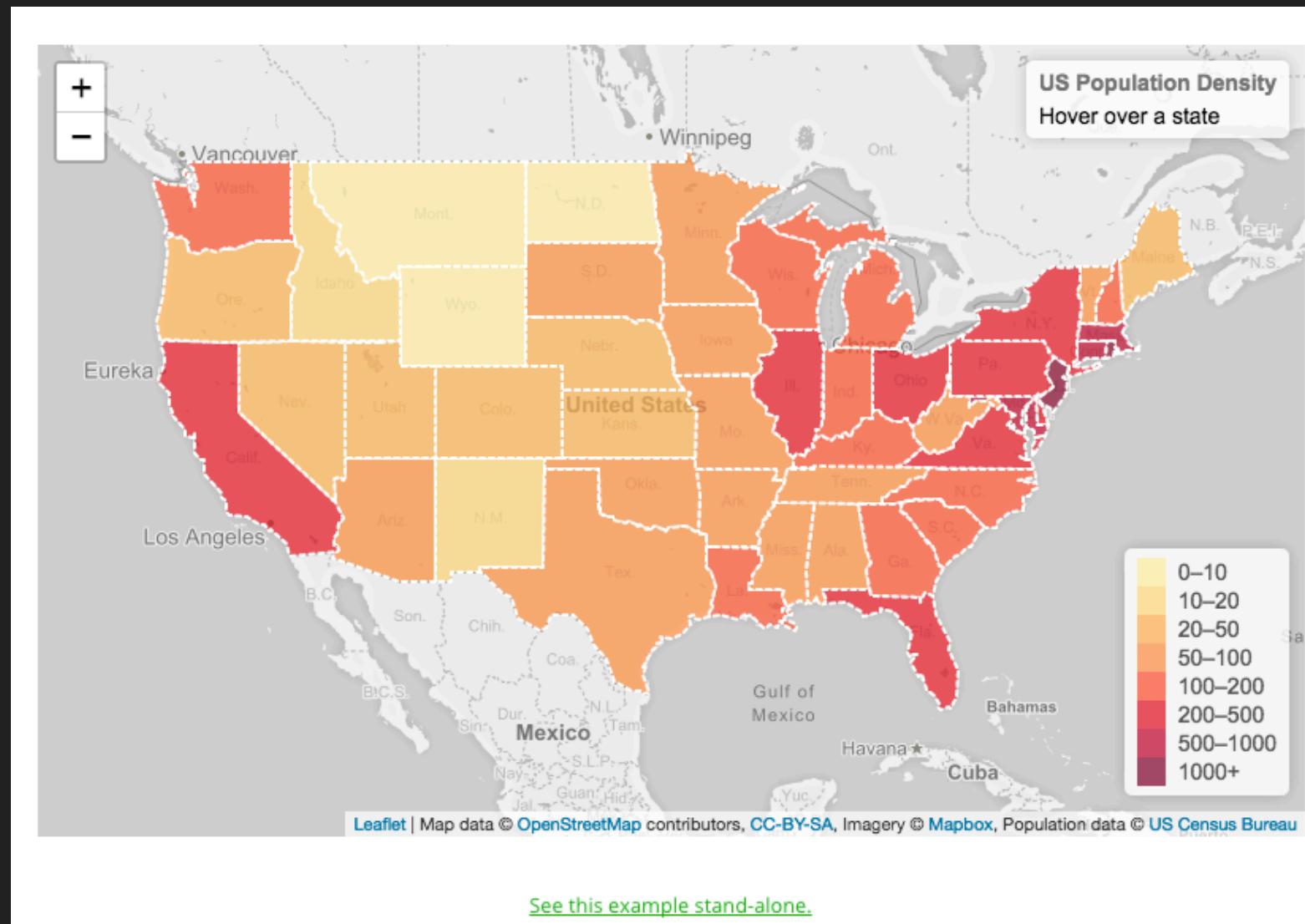


## *Geometría >> Choropleth maps*

- Las mayores decisiones de diseño son: cómo construir el *colormap* y cómo escoger las **fronteras a mostrar**.
- En el ejemplo previo, podemos ver un mapa del **desempleo** en Estados Unidos del año 2008, usando un *white-to-blue colormap* con una **secuencia de nueve colores** con luminosidad decreciente.
- Para la **granularidad de las regiones**, se utilizó los *counties* dentro de los estados.

# *Choropleth maps 2*

Ver ejemplo 2 en leaflet.



# *Choropleth maps*

Idiom	<b>Choropleth Map</b>
What: Data	Geographic geometry data. Table with one quantitative attribute per region.
How: Encode	Space: use given geometry for area mark boundaries. Color: sequential segmented colormap.

# Antes de seguir

[https://github.com/PUC-Infovis/syllabus-2018/blob/master/Practico\\_GeoPandas\\_IIC3633.ipynb](https://github.com/PUC-Infovis/syllabus-2018/blob/master/Practico_GeoPandas_IIC3633.ipynb)

The screenshot shows a GitHub repository page for 'PUC-Infovis / syllabus-2018'. The repository has 13 issues, 7 stars, and 5 forks. The main file displayed is 'Practico\_GeoPandas\_IIC3633.ipynb', which was created by denisparra a minute ago. The file has 725 lines (725 sloc) and is 317 KB. Below the file preview, there is a section titled 'IIC3633 - GeoPandas' with the following text:

**Profesor:** Denis Parra.

**Ayudantes:** Fernando Florenzano, Hernán Valdivieso y Cristóbal Abarca

Guía creada por Hernán Valdivieso.

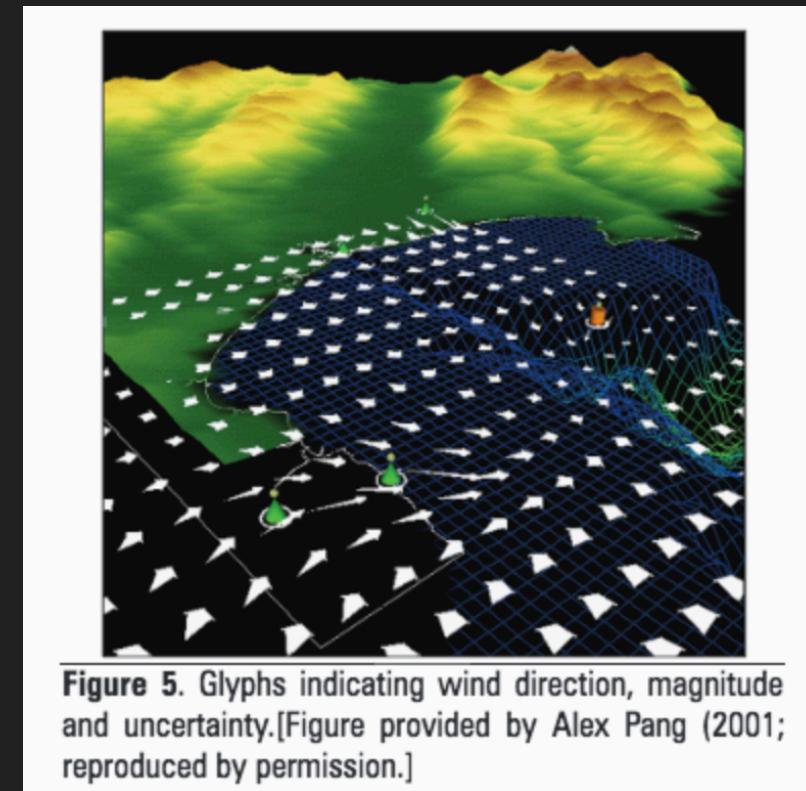
Agradecimientos a Eduardo Graells (@carnby) por su código en github, sirvió como inspiración para varios ejercicios de datos con pandas.

# Conceptos desde Uncertainty in Cartography

- Alan M. MacEachren , Anthony Robinson , Susan Hopper , Steven Gardner , Robert Murray , Mark Gahegan & Elisabeth Hetzler (2005) Visualizing Geospatial Information
- Uncertainty: What We Know and What We Need to Know, Cartography and Geography

Data Type Data Quality	Positional Accuracy	Attribute Accuracy	Logical Consistency	Completeness	Lineage
<b>Discrete</b> Points and Lines	Size Shape (Error ellipses) (Epsilon bands)	Value Color Saturation (Feature code checks)	Color mixing Redundancy by overprinting Silvers by solid fills (Topological cleaning)	Mapping Technique Density traces <b>Marginalia</b> Generalization algorithm Mapping tolerance Buffer size	Mapping Technique Minimum Bounding Rectangles
<b>Categorical</b> Aggregation & Overlay (Tessellation, tiling, Areal coverages)	Texture Value (Certainty of boundary location)	Color mixing (Attribute code checks) (Topographic classifier)	lack error models	Mapping Technique Missing values Logical adjacency surface <b>Marginalia</b> Discrete model weights	
Partitioning & Enumeration (Metric class breaks)	not meaningful	Size = height (Blanket of error)	Size = height (Maximum likelihood prism maps)	Mapping Technique Missing values Misclassification matrix Classification scheme OAL/TAI	Marginalia Source of data Scale/Resolution Date Geometry
<b>Continuous Interpolation</b> (Surfaces and volumes)	no clear distinction b/w the two Value Color Saturation (Continuous tone vignettes) (Continuous tone isopleths)		Size = line wt Color Shape = compactness (TIN links)	not possible by definition Mapping Technique Surface of search attenuation <b>Marginalia</b> Interpolation algorithm	
<b>Graphical Syntax</b>			<b>Graphical/Lexical Syntax</b>		

Figure 2. Buttenfield and Weibel's (1988) initial framework for matching types of uncertainty, kinds of data, and methods of representation. Characterization of representation methods focuses on matching visual variables to kinds of data/uncertainty. Forms of representation are also mentioned, but not systematically addressed (e.g., use of error ellipses, production of prism maps, addition of marginalia). [Modified from a version appearing in Buttenfield (1991); reproduced with author's permission.]



# Campos escalares: Un valor

- Un **campo escalar** (término usado en matemáticas y física) le asocia un valor escalar a **cada punto en un espacio**. Por ejemplo, en física, un campo escalar puede mostrar la distribución de temperatura en un espacio tridimensional.

## Arrange Spatial Data

### ⊕ Use Given

#### → Geometry

- Geographic
- Other Derived



#### → Spatial Fields

- *Scalar Fields (one value per cell)*
  - Isocontours
  - Direct Volume Rendering



#### → *Vector and Tensor Fields (many values per cell)*

- Flow Glyphs (local)
- Geometric (sparse seeds)
- Textures (dense seeds)
- Features (globally derived)



# *Campos escalares: Un valor*

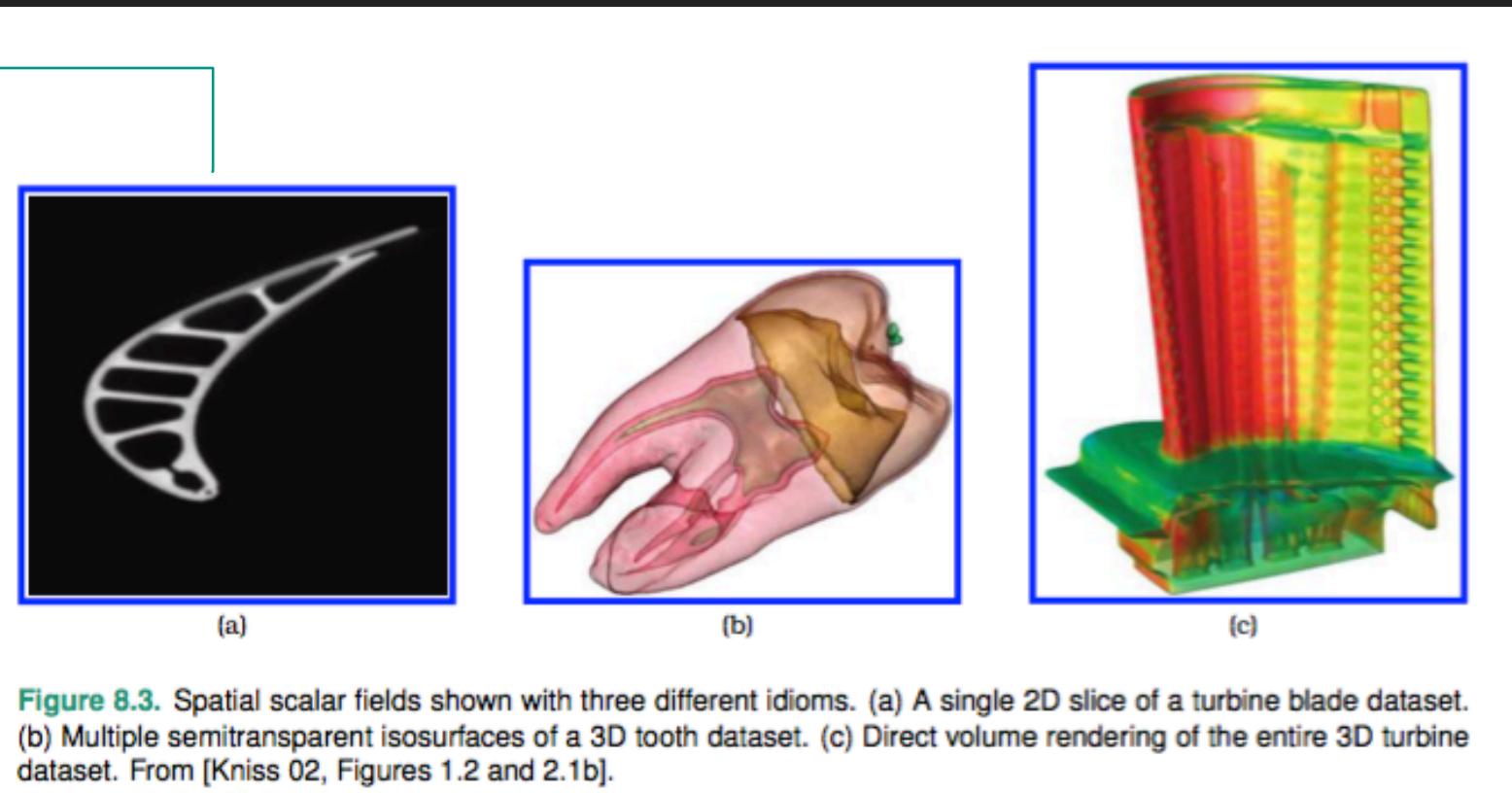
- Un ejemplo clásico de estos campos se da en imagenología en medicina:
  - El valor medido es radio-opacity (escaneo de tomografía computacional)
  - El valor medido es densidad de protones en Imágenes de Resonancia Magnética (MRI)

# *Campos escalares: Un valor*

- Hay tres familias principales o *idioms para codificar campos escalares*:
  - *Slicing*,
  - *Isocontours*,
  - *Direct volume rendering*.

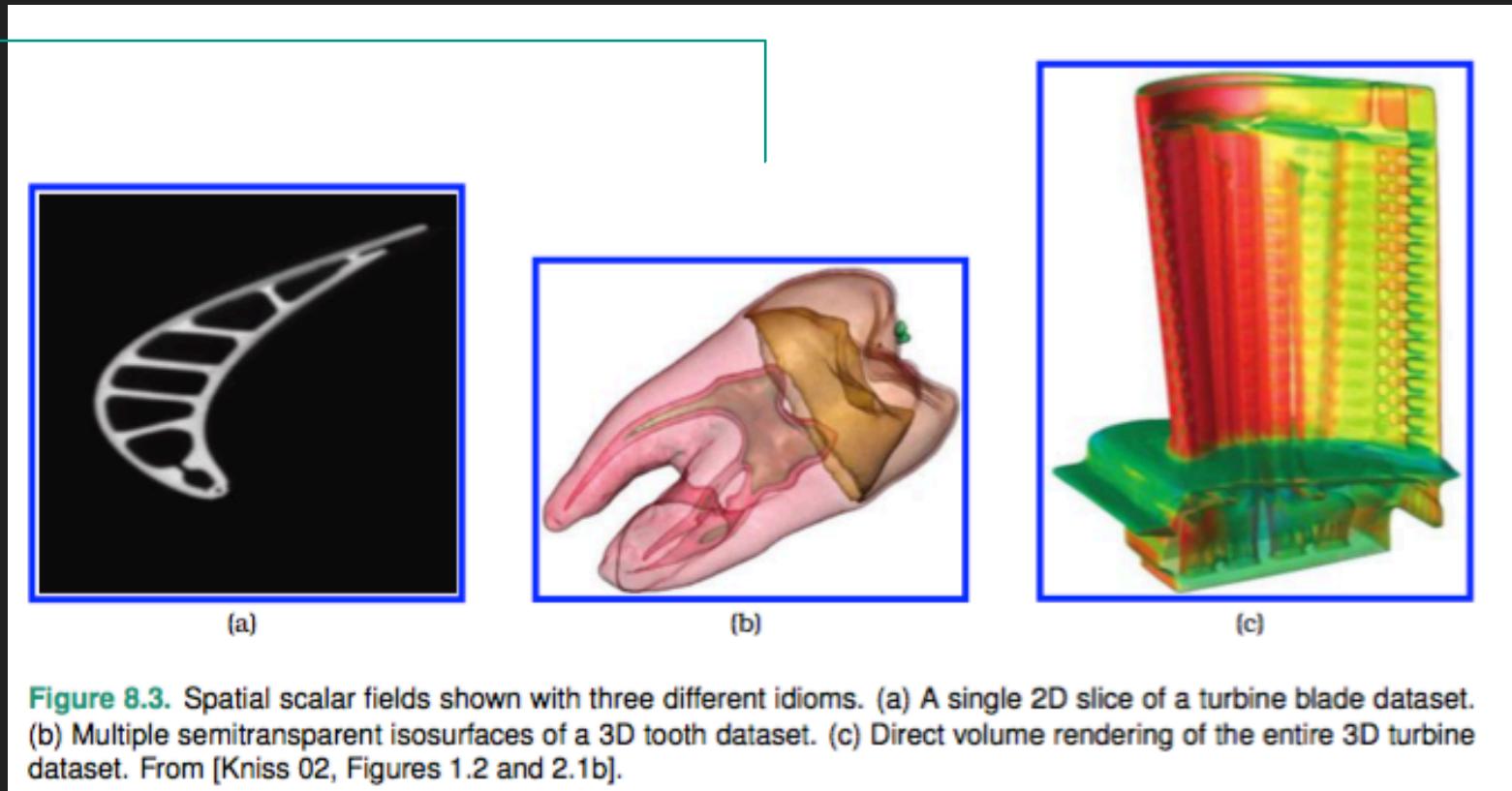
# Campos escalares: *Un valor*

- *Slicing*
- La información sobre sólo dos dimensiones a la vez se muestra como una imagen; el corte podría alinearse con los ejes originales del campo espacial o podría tener una orientación arbitraria en el espacio 3D.



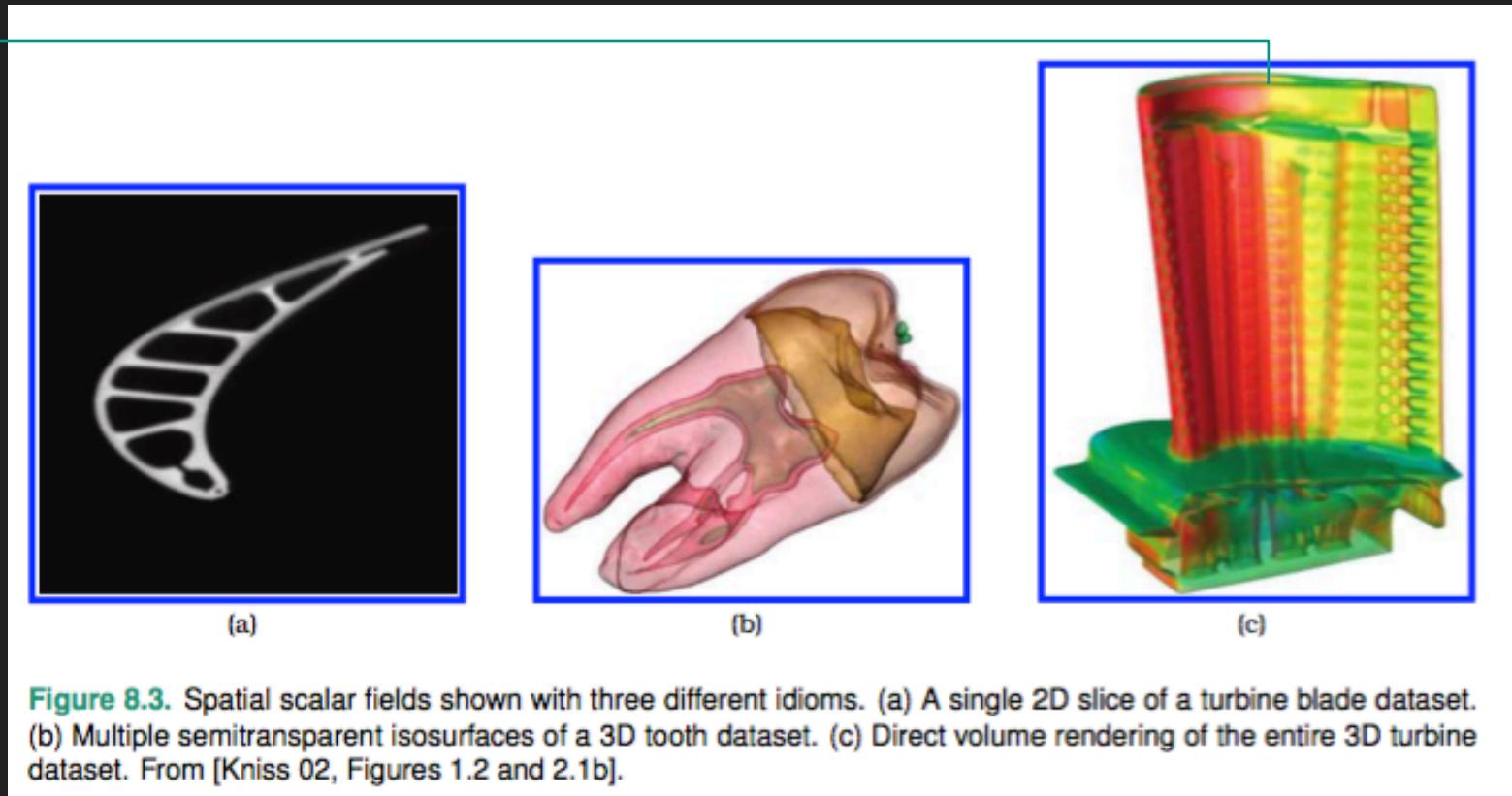
# *Campos escalares: Un valor*

- *Isocontours*
- Se calculan los datos derivados de geometría superficial de dimensión inferior y luego se muestra usando técnicas de gráfica computacional: típicamente isosuperficies 2D para un campo 3D o líneas 1D para un campo 2D.



# Campos escalares: *Un valor*

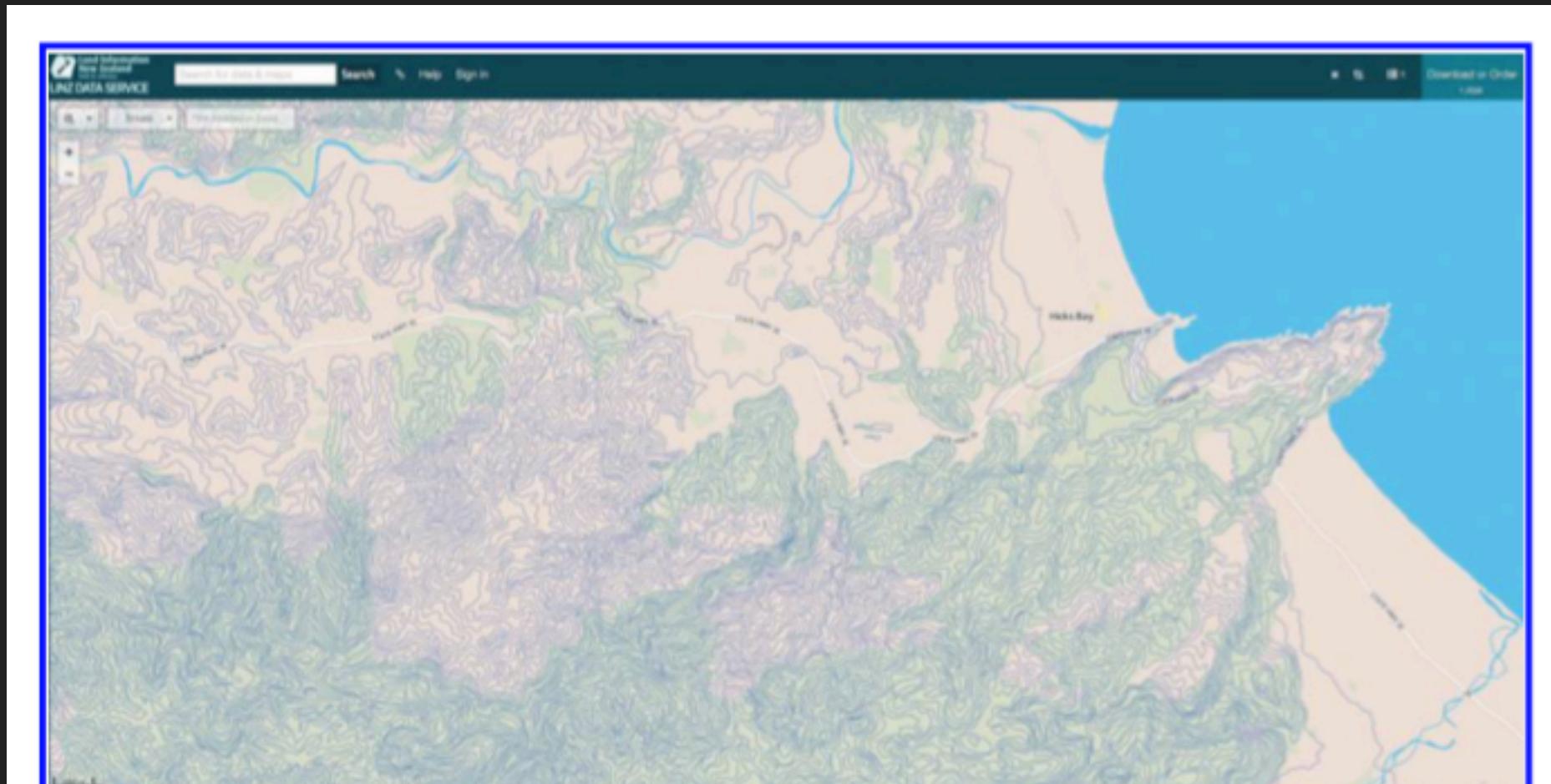
- *Direct volume rendering*
- El cálculo para generar una imagen desde un punto de vista 3D particular hace uso de toda la información en el campo espacial 3D.



## *Isocontours idiom*

- Formados por **conjuntos de isolineas** (lineas de contorno o isopleths) derivados a partir de algun nivel del campo valor.
- Las isolíneas se producirán **muy separadas en regiones de cambio lento** y **cercanas en regiones de cambio rápido** pero nunca se superpondrán
- **El color** que codifica las regiones entre los contornos con un mapa de colores secuencial produce un gráfico de contorno (**contour plot**)

# *Isocontours idiom >> Mapa Topográfico*



**Figure 8.4.** Topographic terrain map, with isolines in blue. From <https://data.linz.govt.nz/layer/768-nz-mainland-contours-topo-150k>.

# *Isocontours idiom >> Mapa Topográfico*

Idiom	<b>Topographic Terrain Map</b>
What: Data	2D spatial field; geographic data.
What: Derived	Geometry: set of isolines computed from field.
How: Encode	Use given geographic data geometry of points, lines, and region marks. Use derived geometry as line marks (blue).
Why: Tasks	Query shape.
Scale	Dozens of contour levels.

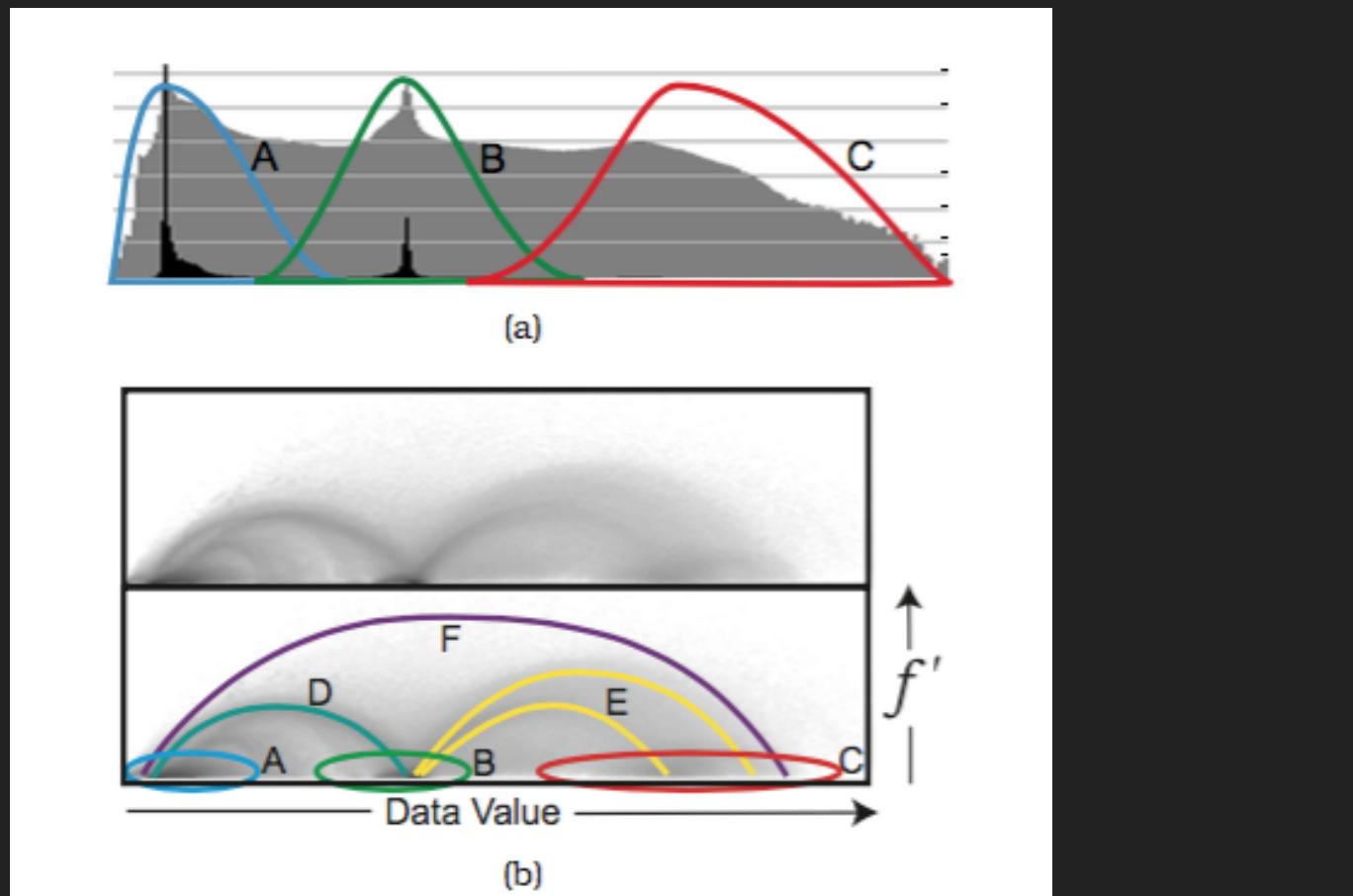
# *Direct Volume Rendering*

- Este idiom crea **una imagen directamente a partir de la información contenida dentro del campo espacial escalar, sin derivar una representación geométrica intermedia** de una superficie.
- Los algoritmos involucrados en el cálculo son complejos; una gran cantidad de trabajo se ha dedicado de cómo llevarlo a cabo de manera eficiente y correcta.
- La parte crucial es la **función de transferencia**, que mapea cambios en el valor escalar hacia opacidad y color

# *Direct Volume Rendering*

Idiom	Multidimensional Transfer Functions
What: Data	3D spatial field.
What: Derived	3D spatial field: gradient of original field.
What: Derived	Table: two key attributes, values binned from min to max for both data and derived data. One derived quantitative value attribute (item count per bin).
How: Encode	3D view: use given spatial field data, color and opacity from multidimensional transfer function. Joint histogram view: area marks in 2D matrix alignment, grayscale sequential colormap.

# Ejemplo: The Simian system



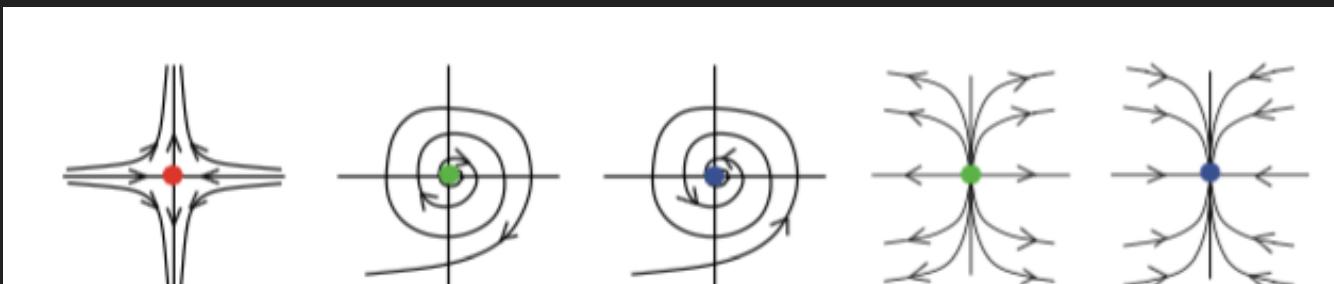
**Figure 8.6.** Simian allows users to construct multidimensional transfer functions for direct volume rendering using a derived space. (a) The standard 1D histogram can show the three basic materials: (A) air, (B) soft tissue, and (C) bone. (b) The full 2D derived space allows material boundaries to be distinguished as well. (c) Volume rendering of head dataset using the resulting 2D transfer function, showing material boundaries of (D) air–tissue, (E) tissue–bone, and (F) air–bone. From [Kniss et al. 05, Figure 9.1].

# *Campos Vectoriales: Puntos Críticos*

- Asociados normalmente a la aplicación en el dominio de visualización de **dinámica de fluidos computacional**.
- En **fluidos (flows)**, cada celda tiene información al menos de **dirección** y **magnitud**.
- Si la información del dataset de **fluído varía en el tiempo**, hablamos de **fluído unsteady**, si no varía la llamamos **steady**.

# Campos Vectoriales: Múltiples Valores

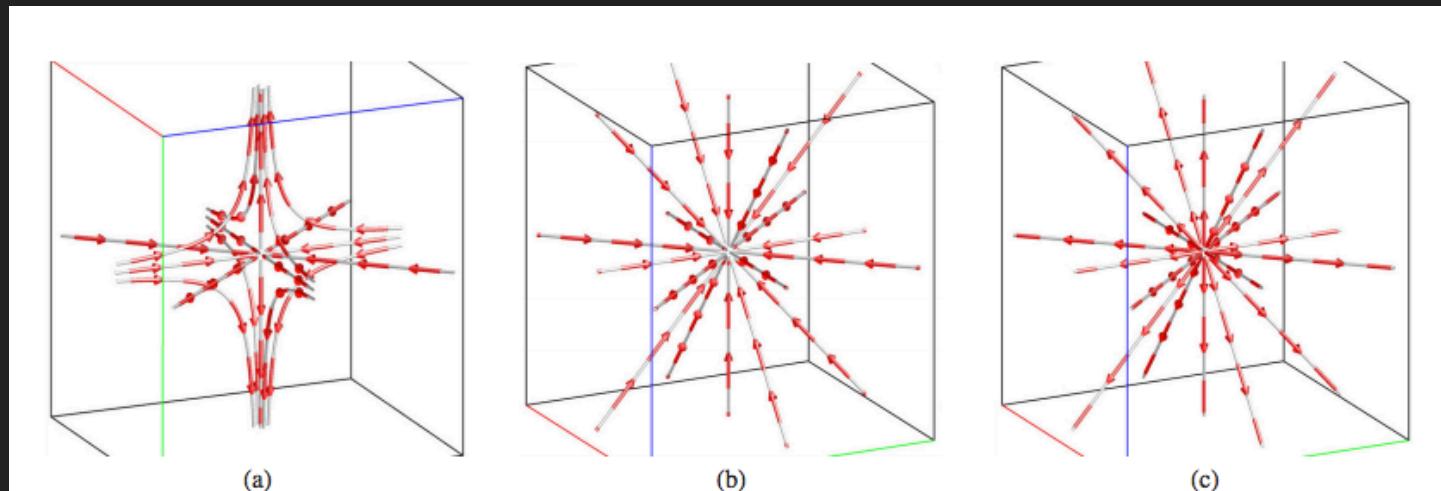
- Una característica particular de este tipo de dataset es el encontrar los **puntos críticos**: donde la **velocidad del campo desaparece**.
- Puntos críticos se clasifican según comportamiento de vecinos en:
  - Saddle points: atraen en una dirección y repelen en otra
  - Attracting sources y repelling sources



**Figure 8.7.** The main types of critical points in a flow field: saddle, circulating sinks, noncirculating sinks, and noncirculating sources. From [Tricoche et al. 02, Figure 1].

# Campos Vectoriales: Puntos Críticos

- FlowVisual: Design and Evaluation of a Visualization Tool for Teaching 2D Flow Field Concepts (Wang, Tao, Wang, 2013)
- FlowVisual: A Visualization App for Teaching and Understanding 3D Flow Field Concepts (Wang, Tao, Ma, Shen, Wang, 2016)



**Figure 4.** Critical points and their seeding templates. (a) saddle, (b) sink, (c) source, (d) spiral, and (e) spiral saddle.

# Campos Vectoriales: Múltiples Valores

- En este tipo de campo, vemos los siguientes idioms de codificación:
  - *Flow glyphs*
  - Geometric flow,
  - *Texture flow*,
  - Feature flow

**Arrange Spatial Data**

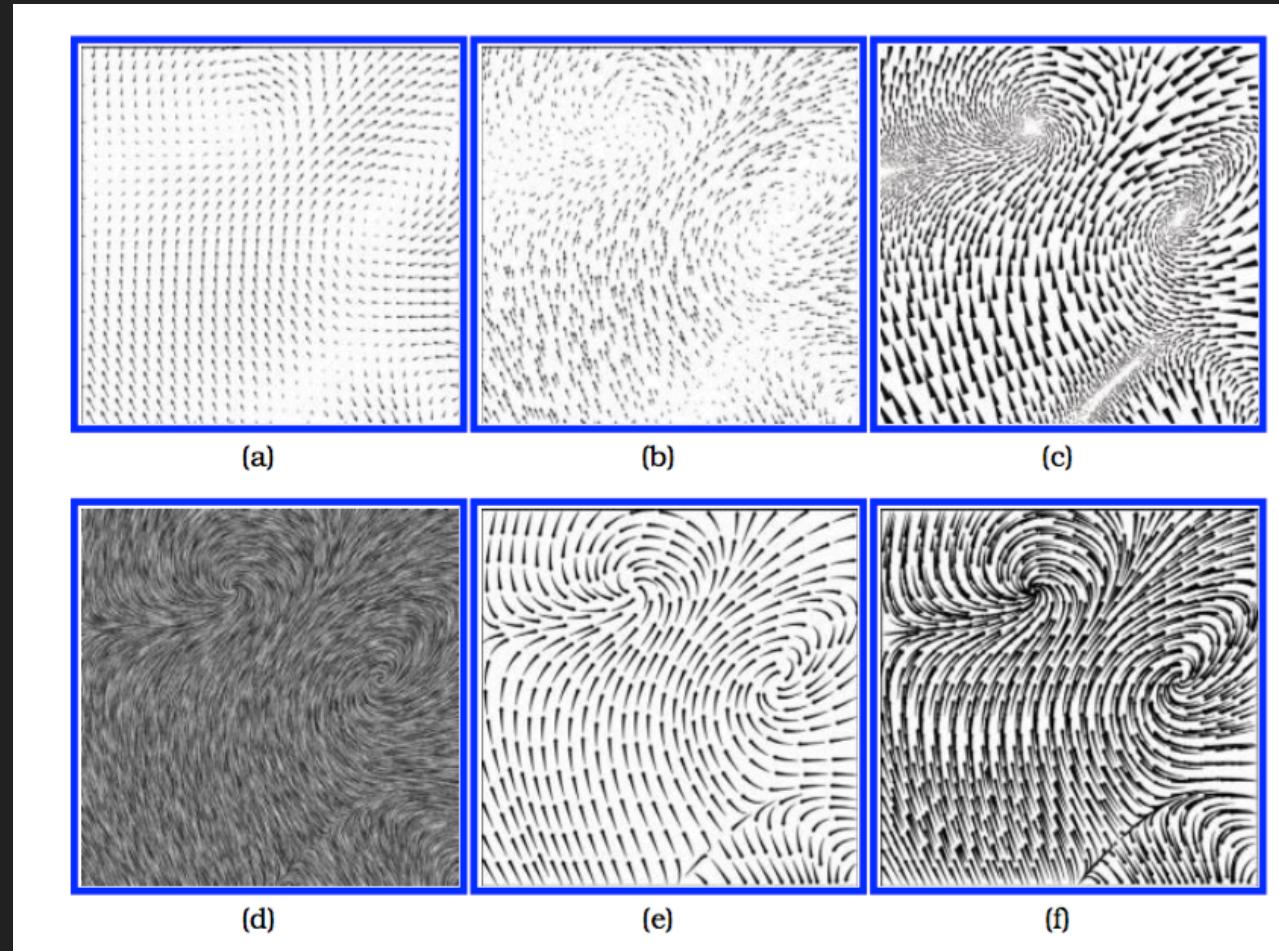
- ④ Use Given
  - Geometry
    - Geographic
    - Other Derived
  - Spatial Fields
    - Scalar Fields (one value per cell)
      - Isocontours
      - Direct Volume Rendering
    - Vector and Tensor Fields (many values per cell)
      - Flow Glyphs (local)
      - Geometric (sparse seeds)
      - Textures (dense seeds)
      - Features (globally derived)



# Campos Vectoriales: Múltiples Valores

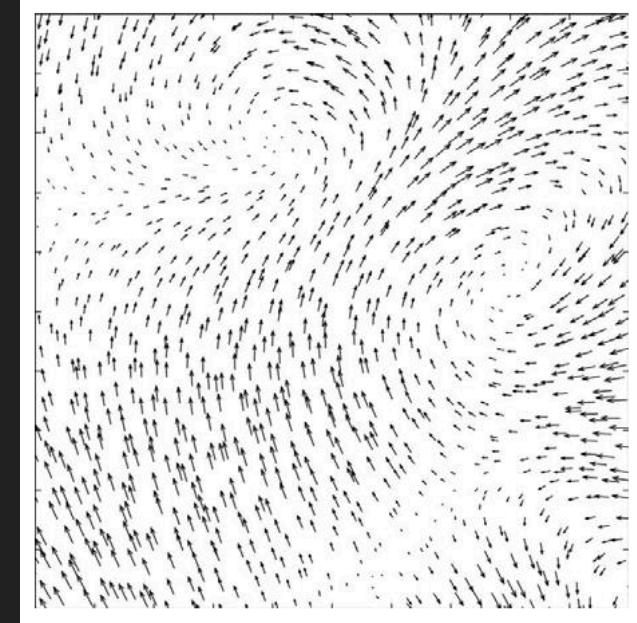
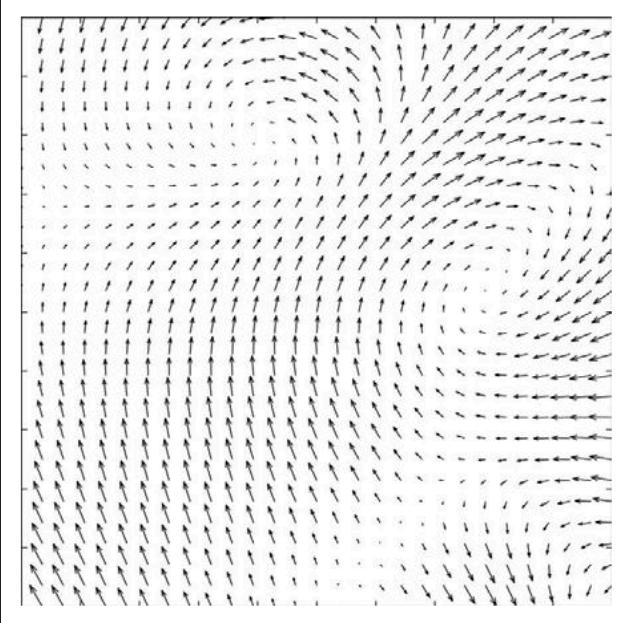
- En este tipo de campo, vemos los siguientes idioms de codificación:

- *Flow glyphs*
- Geometric flow,
- *Texture flow*,



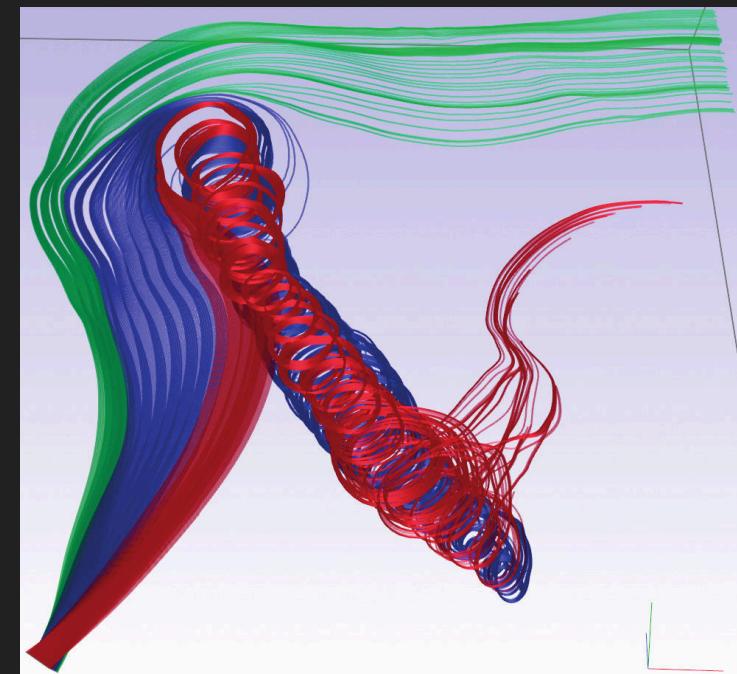
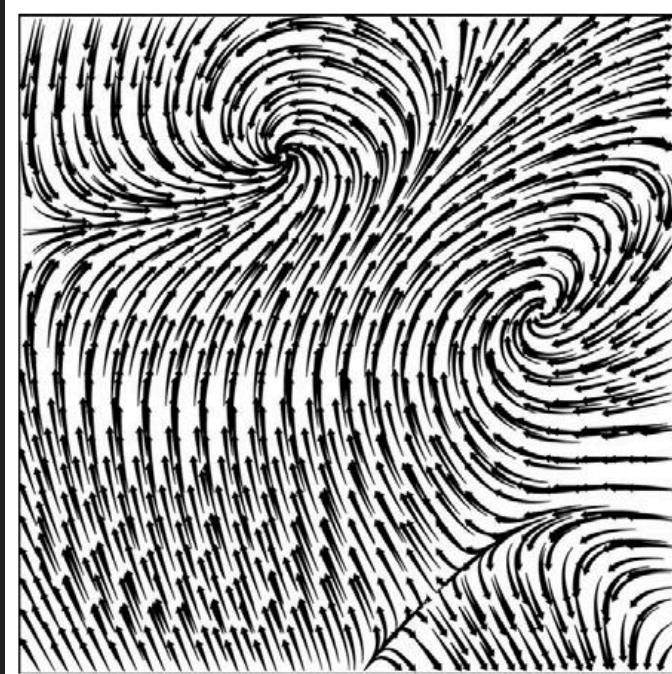
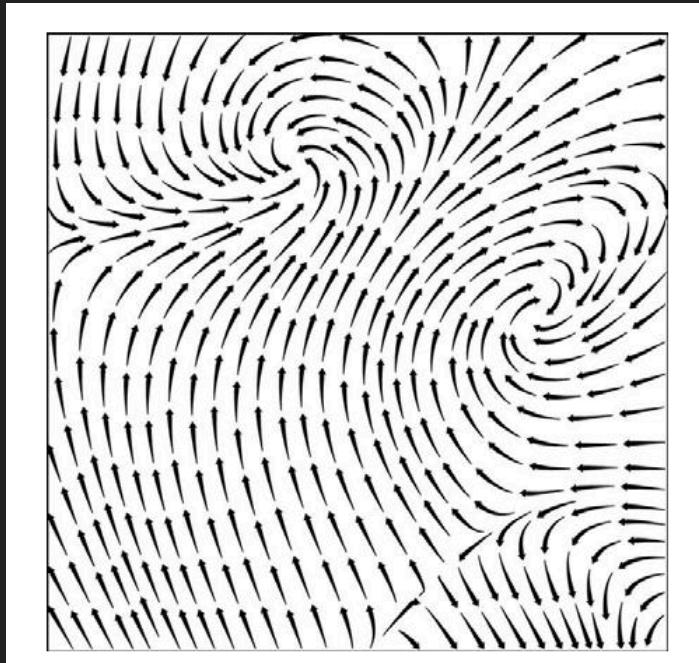
# Flow Glyphs

- Presenta un glyph en cada celda usando información local
- Uno de los objetos básicos es la flecha, codificando magnitud (largo) y dirección del flujo (flecha). Se pueden poner varias flechas por celda.



# Geometric Flow

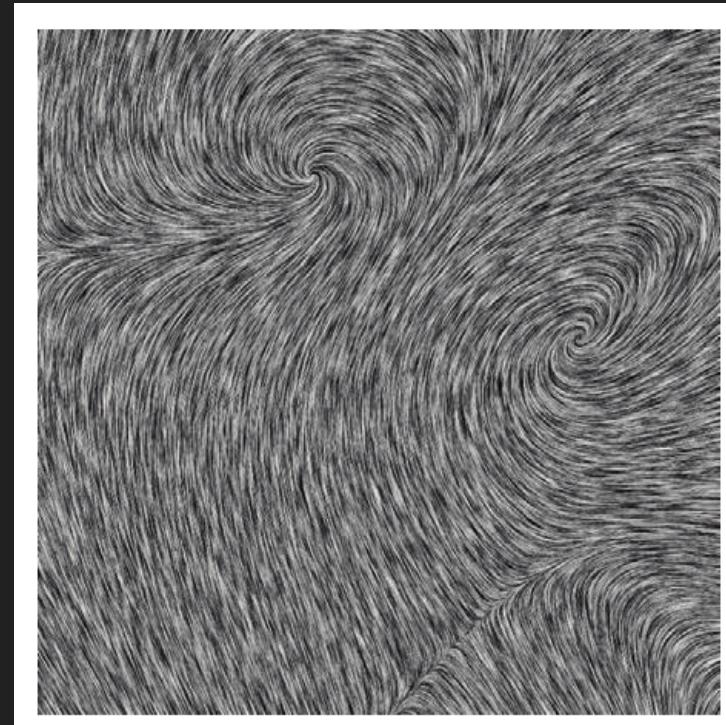
- Se calculan trayectorias derivadas a partir de algunos puntos semilla
- Inspirado en experimentos de física (e.g. Túneles de viento)



# Texture Flow

- Como en el geometric flow, hay un pre-cálculo involucrado, pero de muchos puntos de lugar de semillas.
- Es costoso computacionalmente, requiere hardware especializado, por lo que se suelen usar más en campos 2D.

Dense texture- based Line Integral Convolution (LIC)

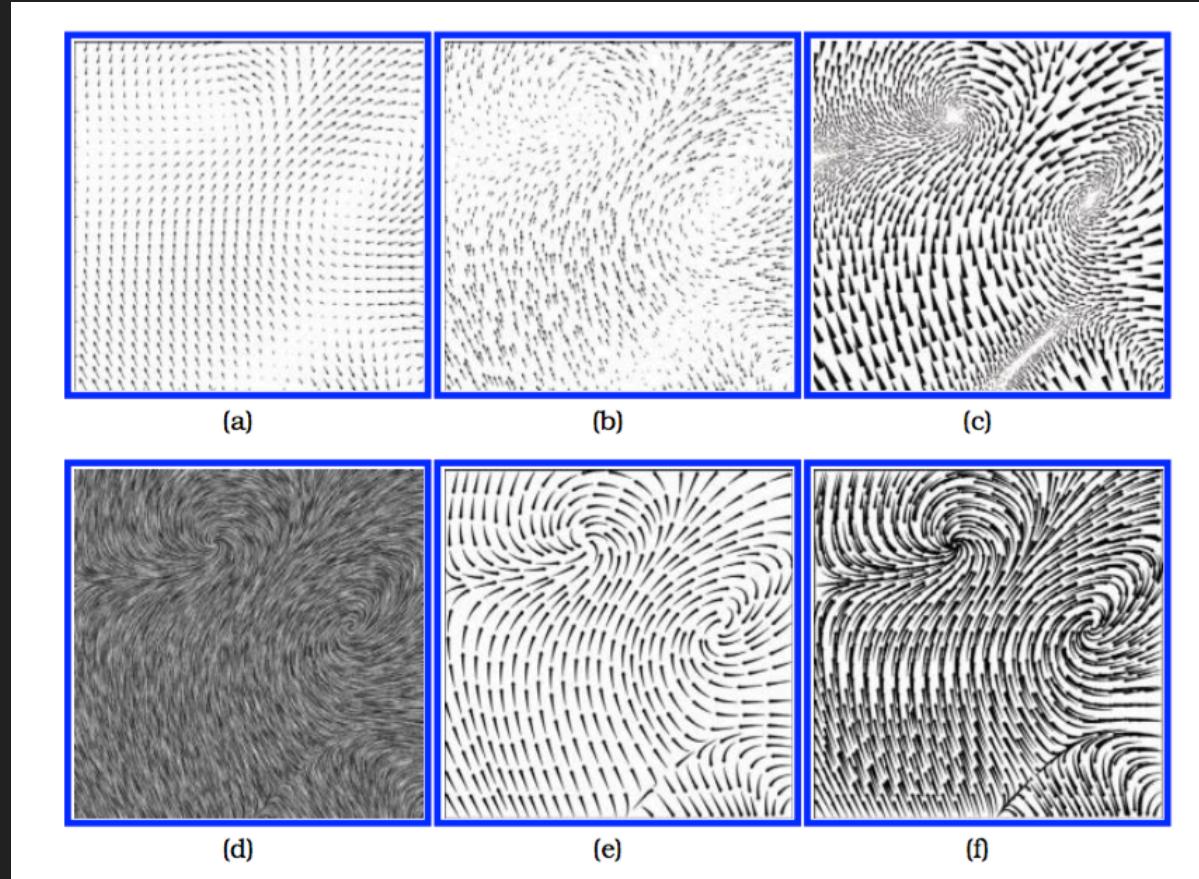


# Feature Flow

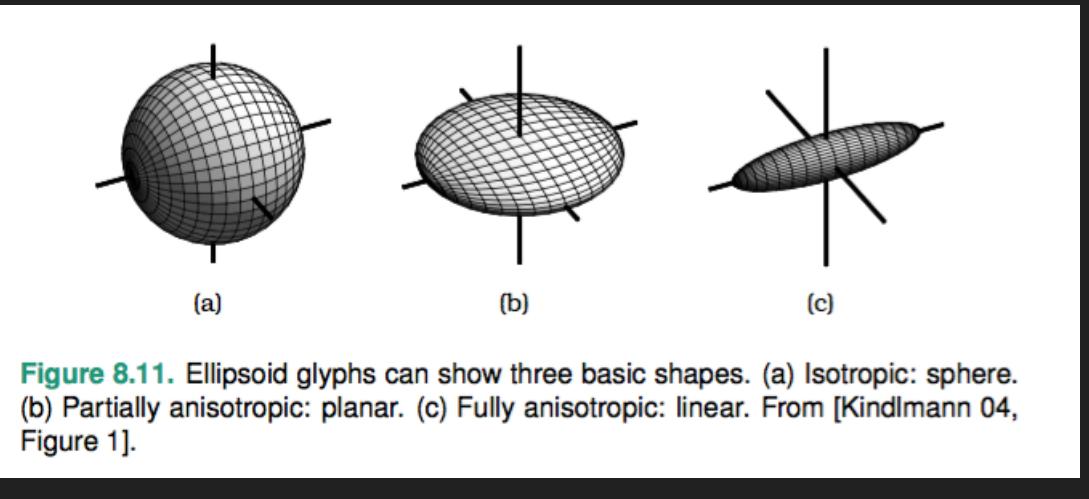
- Se basan en cálculos que consideran todo el campo vectorial para encontrar explícitamente estructuras de interés:
  - Puntos críticos
  - Vórtices
  - Olas de Choque
- Los idioms anteriores esperan que el usuario infiera estas estructuras, por lo tanto, los idioms feature flow suelen ser más costosos en términos computacionales

# Sobre este estudio

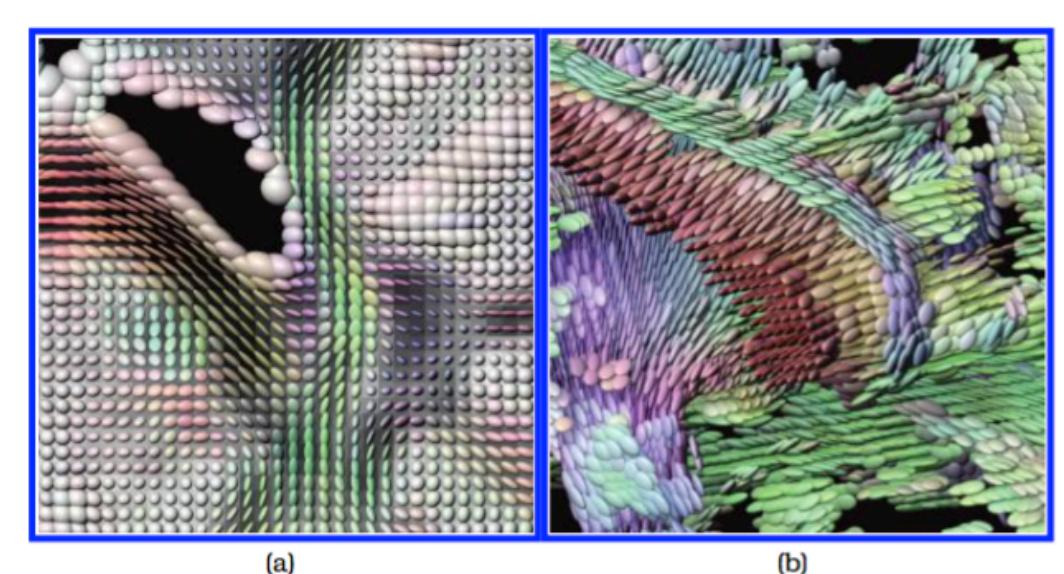
- Se estudió identificación de critical points y seguimiento de una partícula, comparando los distintos idioms.
- *No se encontraron diferencias significativas, pero los idioms locales (a) y (b) tendieron a presentar mayor error.*



# Campo tensorial (Tensor Field)



**Figure 8.11.** Ellipsoid glyphs can show three basic shapes. (a) Isotropic: sphere. (b) Partially anisotropic: planar. (c) Fully anisotropic: linear. From [Kindlmann 04, Figure 1].



**Figure 8.12.** Ellipsoid glyphs show shape and orientation of tensors at each cell in a field. (a) 2D slice. (b) 3D field, with isotropic glyphs filtered out. From [Kindlmann 04, Figures 10a and 11a].

Idiom	Ellipsoid Tensor Glyphs
What: Data	Spatial field: 3D tensor field.
What: Derived	Three quantitative attributes: tensor shape. Three vectors: tensor orientation.
How: Encode	Glyph showing six derived attributes, color and opacity according to cluster.

# Investigación de Chaoli Wang

<https://sites.nd.edu/chaoli-wang/research/>

### Time-Varying Multivariate Data Visualization

High-Dimensional Direct Rendering [VIS03]

WTSP Tree [TR04]

Correlation Study [PVIS09]

Application-Driven Compression [CG&A10]

Hierarchical Correlation Clustering [ISCV10]

Static Correlation Visualization [PVIS11]

### Flow Visualization

Parallel Hierarchical Visualization [SC07]

Sketch and Template [PVIS10]

Hierarchical Streamline Bundles [TVCG12]

### Volume Visualization

Image-Based Quality Metric [TVCG07]

Volume Data Quality Assessment [TVCG08]

Feature-Preserving Data Reduction [TVCG11]

### Medical Visualization

VesselMap [C&G16]

### High-Performance Visualization

Multiresolution Volume Rendering [PGV04]

Multiresolution Time-Varying Data Reduction [VG05]

2-3 Swap [SC08]

Diagram illustrating the workflow for multiresolution time-varying data reduction:

- Pre-processing:
  - WTSP tree construction (prior metric calculation, reconstructed data storage)
  - WTSP tree partition
  - Data distribution
- Run-time rendering (per frame):
  - WTSP tree traversal
  - Data block reconstruction
  - Parallel volume rendering
  - Image

Diagram illustrating the 2-3 Swap algorithm:

- Stage 1: PE1, PE2, PE3, PE4, PE5
- Stage 2: PE1, PE2, PE3, PE4, PE5
- Image region assignment order: top to bottom: (PE1, PE2); (PE3, PE4, PE5)
- Image region assignment order: top to bottom: (PE3, PE1, PE2, PE4, PE5)
- 2-3 Swap [SC08]