

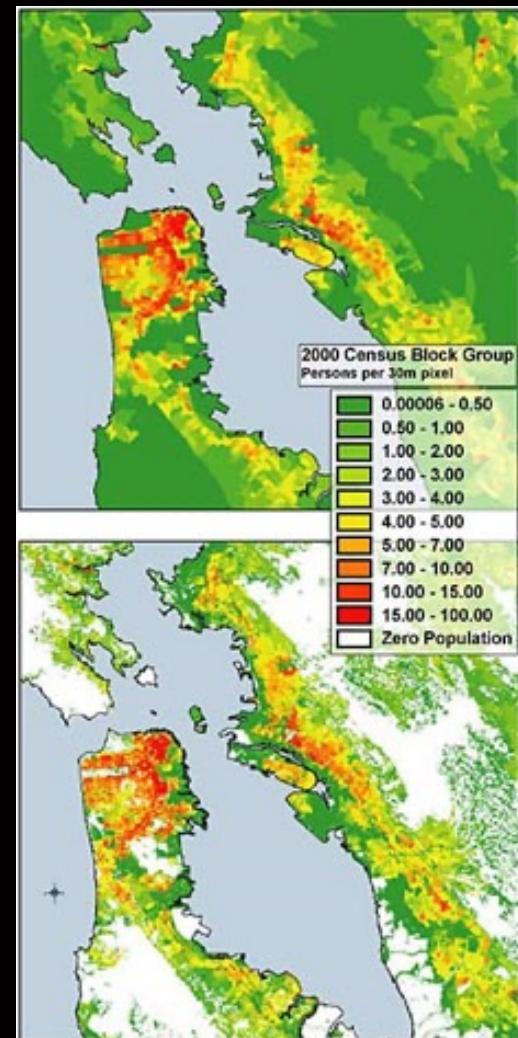
Datos GeoEspaciales

Mapas de Datos de Área

- Los mapas temáticos son el método principal para visualizar fenómenos de área y existen diferentes variantes de los mapas temáticos. El tipo de mapa temático más popular es el de coropletas (Griego choro=área y pleta=valor) en el cual los valores de un atributo o variable estadística se codifican como regiones coloreadas o sombreadas sobre el mapa.
- Se asume que para los mapas coropleticos existe un distribución uniforme en las regiones del atributo mapeado. Si el atributo tiene otras distribuciones diferentes a la partición en regiones, se pueden usar otras técnicas como los mapas dasimétricos.
- En un mapa dasimétrico la variable a ser visualizada forma áreas independientes de las regiones originales (p. ej., los bordes de las áreas se derivan de los atributos no tienen que coincidir con las de los mapas).
- Otro tipo de mapa es el mapa isarítmico o de contorno, el cual muestra los contornos de fenómenos continuos. Si los contornos se determinan de datos puntuales reales (tales como temperaturas medidas) los mapas se les llama mapas isométricos. Si los datos son medidos para cierta región (un país) y el centroide es el dato puntual, entonces se les conoce como mapas isopleticos. Una de las tareas principales para generar mapas isarítmicos es la interpolación de los datos puntuales para obtener contornos suaves.
- Los cartogramas son otra forma de mapear datos de área. En esta técnica las regiones son escaladas para reflejar una variable estadística, lo cual distorsiona la geometría de un mapa. Existen diferentes formas de cartogramas que van desde los continuos que retienen la topología de la malla poligonal a discontinuos que escalan cada polígono independientemente a áreas rectangulares o circulares.
- También se puede visualizar la información de área desplegando puntos discretos o símbolos sobre el mapa (usando símbolos que son dimensionados proporcionalmente al parámetro estadístico).

Datos GeoEspaciales

Mapas de Datos de Área

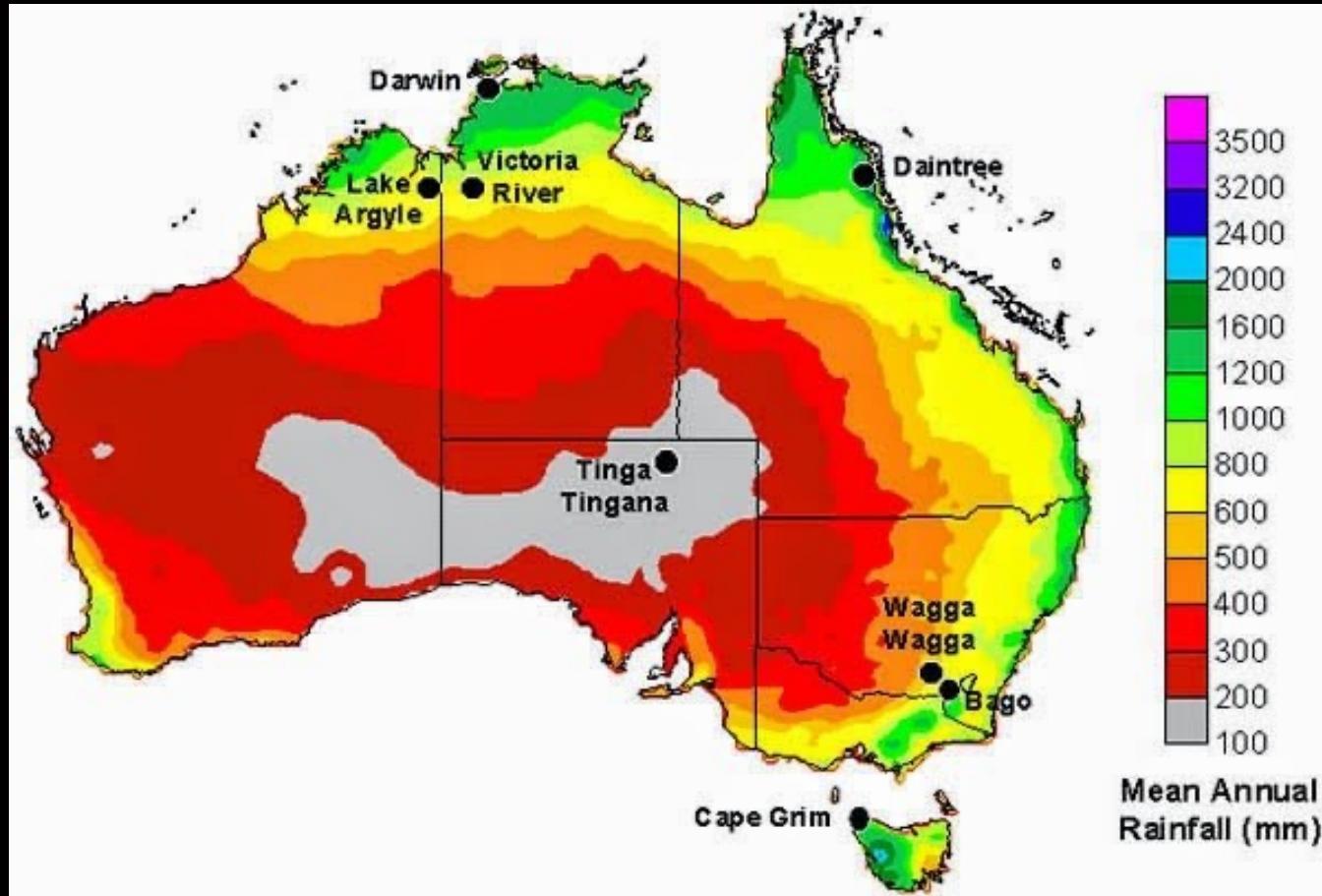


Mapa coropletico de la población de San Francisco, CA, EEUU

Mapa dasimétrico de la población de San Francisco, CA, EEUU

Datos GeoEspaciales

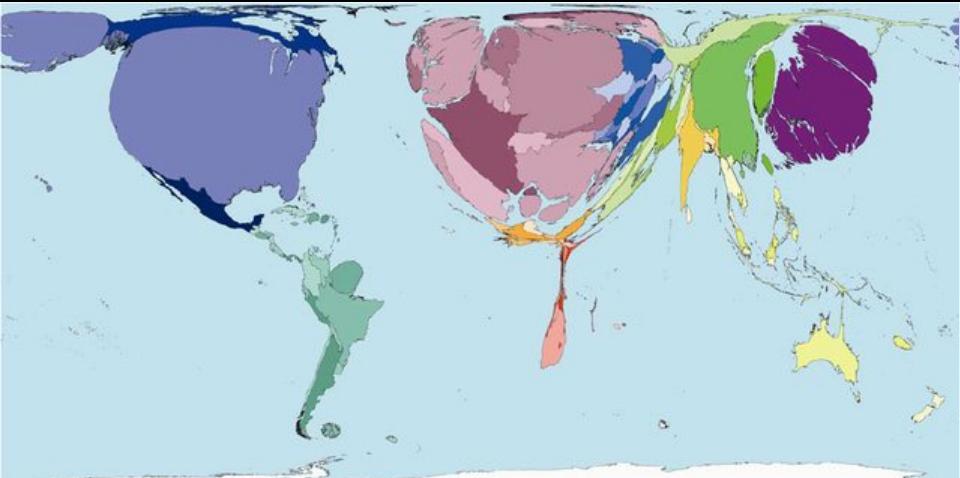
Mapas de Datos de Área



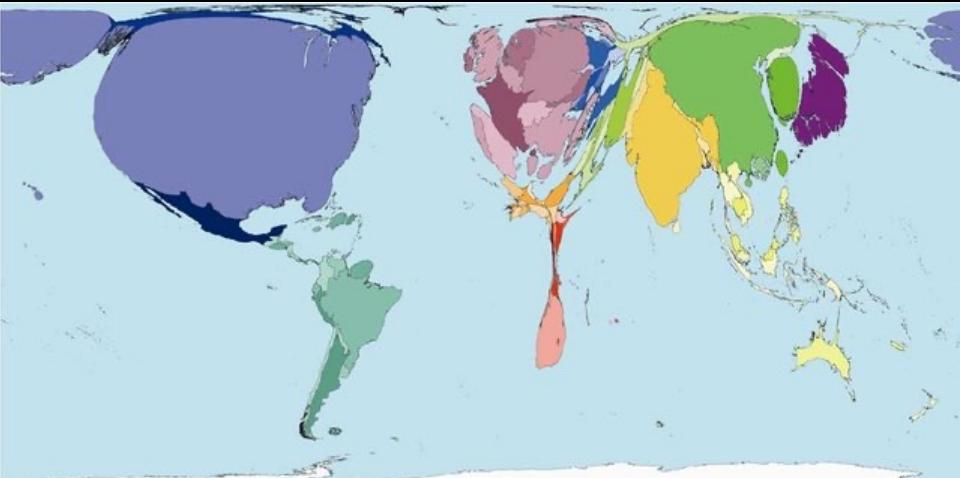
Mapa isarítmico de la precipitación media en Australia

Datos GeoEspaciales

Mapas de Datos de Área



Cartograma del gasto público en salud.



Cartograma del gasto privado en salud.

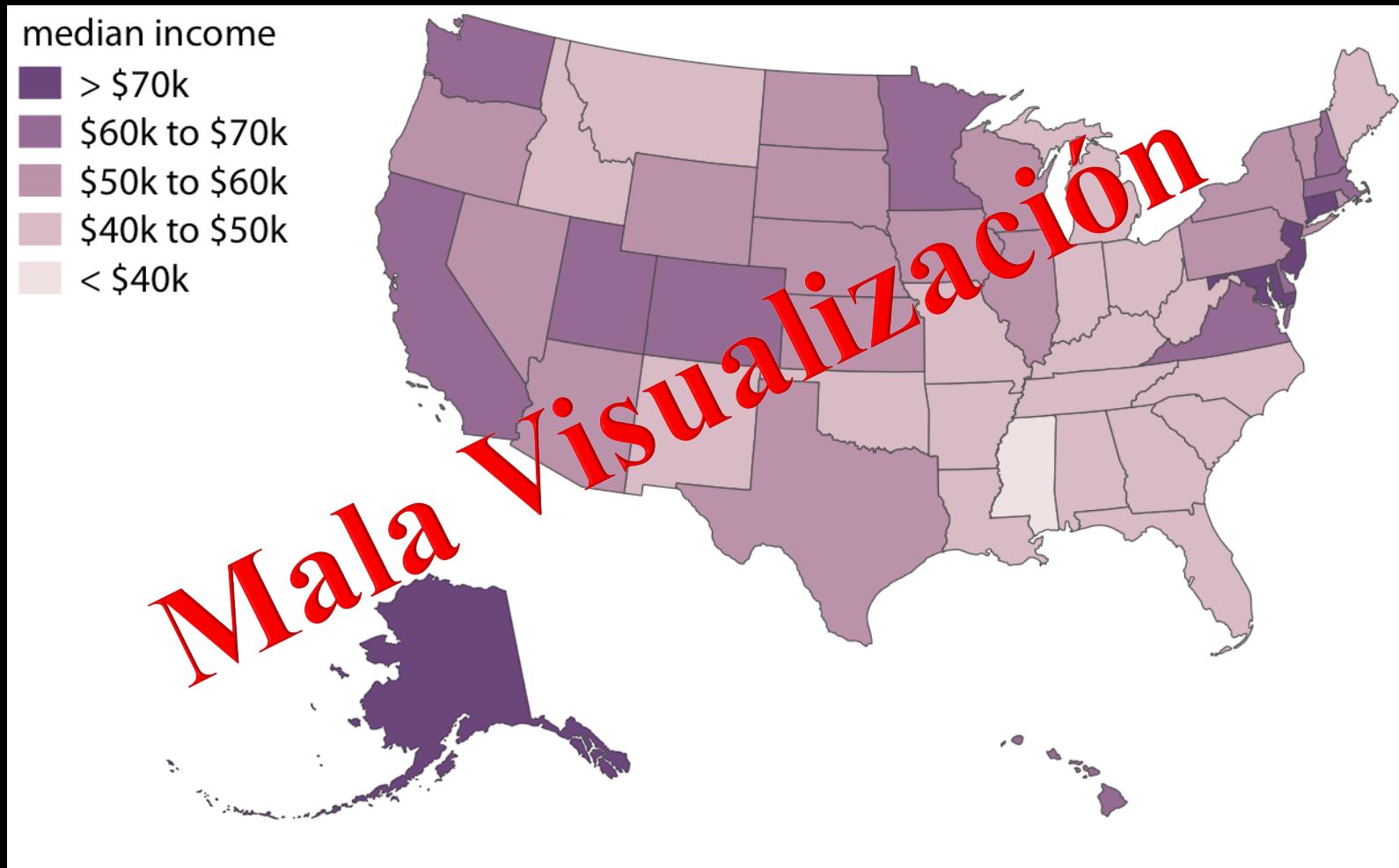
Datos GeoEspaciales

Proyección Cosinusoidal

- La proyección Cosinusoidal es una proyección pseudo-cilíndrica iso-área que es fácil de calcular. Produce una forma única y posee buenas propiedades locales. El mapeo está definido por
$$x = (\lambda - \lambda_0) \cos \phi,$$
$$y = \phi.$$

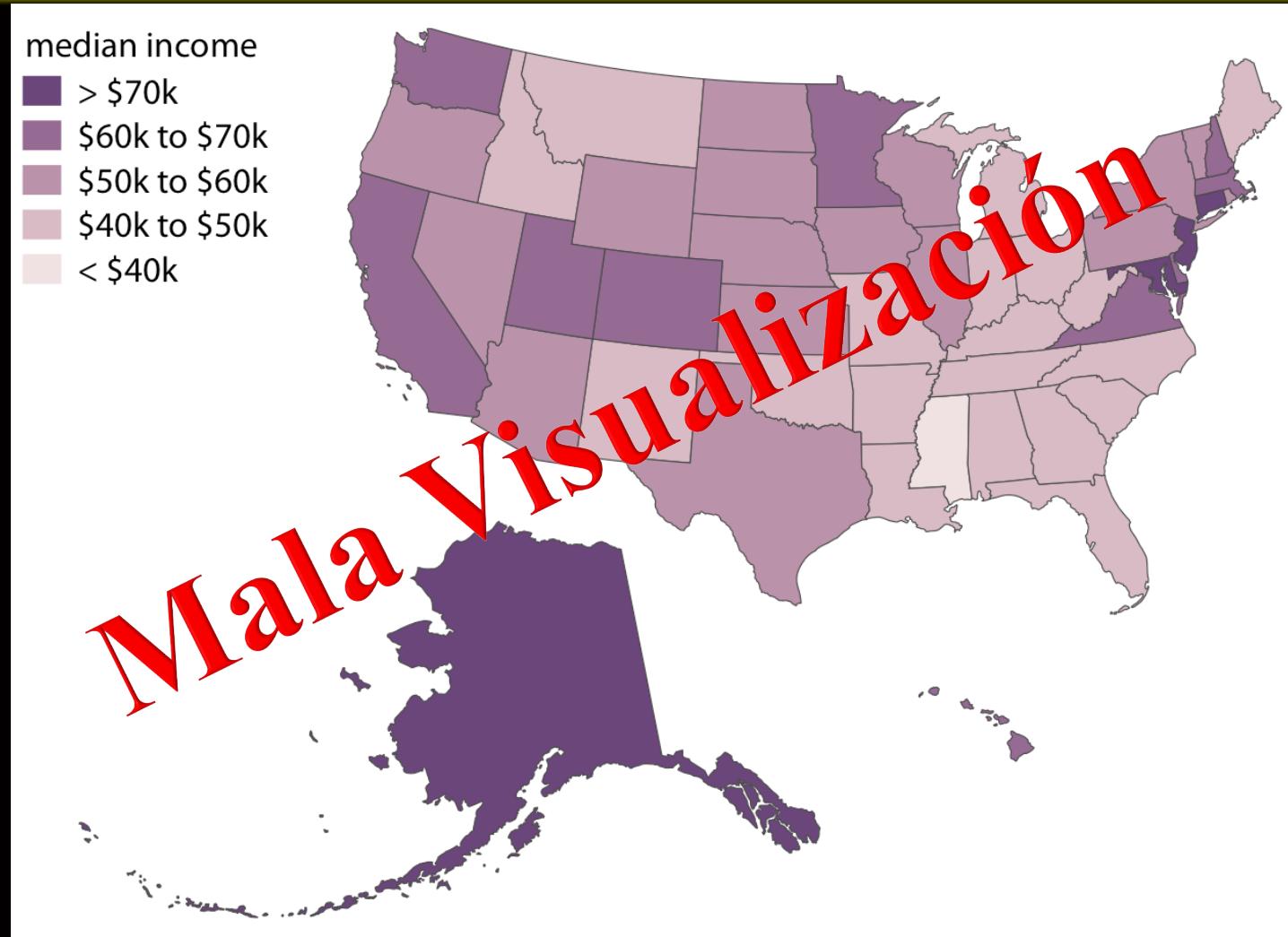
Datos GeoEspaciales

Proyección Cosinoidal



Datos GeoEspaciales

Proyección Cosinoidal



Datos GeoEspeciales

Cartogramas

- Los cartogramas son generalizaciones de mapas temáticos ordinarios que evitan los problemas de los mapas coropléticos por medio de las distorsión la geografía de acuerdo al valor estadístico desplegado. Los cartogramas son un tipo específico de transformación de mapas en donde sus regiones se modifican de acuerdo a una variable de entrada que se relaciona a la geografía.
- Existen varias categorías de cartogramas, por ejemplo no-contiguos que satisfacen restricciones de área y forma, pero no la topología del mapa, cartogramas circulares en que se relajan restricciones de área y topología o cartogramas continuos que mantienen la topología, pero relajan restricciones de área y forma.
- Los cartogramas son difíciles de crear manualmente y existen varios métodos basados en sistemas computacionales.

Datos GeoEspeciales

Cartogramas

- Para que un cartograma sea efectivo, un ser humano debe ser capaz de entender rápidamente los datos desplegados y relacionarlos al mapa original. El reconocimiento depende de la preservación de propiedades básicas tales como la forma, orientación o contigüidad. Sin embargo, esto es complicado de lograr y se ha mostrado que en el caso del cartograma el problema no tiene solución de manera general y el diseño de estos mapas requiere de resolver un problema de optimización multi-objetivo.

Datos GeoEspeciales

Cartogramas

- Una forma de clasificar los cartogramas es en cartogramas de área (mapas de valor por área) o cartogramas de distancia; éstos últimos se pueden subdividir en cartogramas de símbolos proporcionales (las formas originales son substituidas por formas geométricas simples como cuadrados o círculos), cartogramas regulares continuos (las formas son discretizadas con líneas rectas horizontales o verticales) o cartogramas irregulares continuos (distorsionan las formas originales con trazos continuos).

Datos GeoEspeciales

Cartogramas Continuos

- El problema de cartogramas continuos son una deformación de mapas. La entrada es un mapa, en forma de una malla plana de polígonos, y un conjunto de valores, cada uno para cada polígono. El objetivo es deformar el mapa de tal forma que el área de cada región coincida el valor asignado a ella, haciéndolo de forma tal que la forma general de las regiones se preserve y se mantengan reconocibles.
- El problema del cartograma es NP-completo (nondeterministic, Turing machines, polynomial-time complete), debido a que puede ser imposible cumplir simultáneamente las restricciones de forma y área.
- Existen un número de algoritmos para resolver el problema del cartograma. La mayoría de los métodos de dibujo automático de cartogramas continuos, en general, no producen resultados comparables a los realizados manualmente. Una razón de ello es que las líneas rectas, los ángulos rectos y otras características son importantes para el reconocimiento humano de cartogramas.
- Los métodos radiales (como los propuestos por Tobler, Selvin et al, o Guseyn-Zade & Tikunov) no producen, en muchos casos, resultados aceptables debido a que las formas de los polígonos se muy deformados.

Datos GeoEspaciales

Cartogramas Continuos

- Otra familiar de métodos opera sobre una rejilla impuesta sobre el mapa. El método piezopleta (Cauvin, Schneider & Cherrier) transforma la rejilla por un modelo de cargas de presión (preservando bien la forma de los polígonos). El método de autómata celular (Dorling) intercambia celdas de la rejilla hasta que cada región alcanza el número deseado de celdas (permite una buena preservación de área pero no de forma). El método combinatorio de Edelsbrunner & Waupotitsch calcula una secuencia de homeomorfismo lineales de la rejilla, esto preserva su topología. Finalmente, Kocmoud & House propusieron un modelo basado en fuerzas para optimizar área y forma, este método produce buenos resultados, pero su tiempo de ejecución no permite generación interactiva de cartogramas.
- CartoDraw es otro algoritmo que permite el control explícito de la forma y el error al mismo tiempo que mantiene rendimiento. La idea básica del algoritmo es reposicionar por incrementos los vértices de los polígonos del mapa por medio de líneas de barrido. Se aplican cambios locales para reducir el error de área total sin introducir un error excesivo en la forma. El ciclo principal itera sobre las líneas de barrido y por cada una de ellas calcula una transformación candidata para los polígonos y cotejar la preservación de topología y forma. Si la transformación pasa la prueba, se hace persistente; de otra forma, se descarta. El orden del procesamiento de las líneas de barrido depende de la reducción del error de área. Este algoritmo itera sobre las líneas de barrido hasta que se logra un error mínimo.

Datos GeoEspeciales

Cartogramas Rectangulares

- La idea de cartogramas rectangulares es aproximar las regiones familiares de un mapa por medio de rectángulos y encontrar una partición del despliegue en donde las áreas de las regiones rectangulares sean proporcionales a los valores estadísticos disponibles.
- Para apoyar la interpretación de la información representada por este tipo de cartogramas, los rectángulos se colocan tan cerca como sea posible de las posiciones originales (de las regiones del mapa) y de sus vecinos. El problema puede ser definido como un problema de optimización con un número de restricciones y criterios de optimización que incluyen área, topología, posiciones relativas de los polígonos, proporciones de los rectángulos y área del espacio vacío.
- Existen algunos métodos eficientes, tales como RecMap, para algunas variantes del problema de cartogramas rectangulares. El algoritmo detrás de RecMap utiliza una aproximación heurística y un procedimiento de optimización general para producir variantes multiples sobre un cartograma rectangular, incluyendo particiones que rellenan el espacio de la pantalla con respecto a las geolocalizaciones y una que preserva la proporción individual de los rectángulos.
- Ambas variantes construyen cartogramas donde el área de cada rectángulo refleja exactamente la variable estadística que se desea mostrar. Este método realiza una optimización completamente automática con control explícito de los usuarios sobre todas las restricciones.

Datos GeoEspeciales

Cartogramas

Año	Autor	Algoritmo	Tipo	Preserva Unidades
1973	Tobler	Rubber Map Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1976	Olson	Área No-contigua (Projector Method)	No-continuo	Sí
1984	Selvin et al.	DEMP (Radial Expansion) Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1985	Dougenik et al.	Rubber Sheet Distortion Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1986	Tobler	Pseudo-Cartogram Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1987	Snyder	Magnifying Glass Azimuthal Map Projections	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1989	Cauvin et al.	Piezopleth Maps	Continuo irregular	No (deformación de forma)

Datos GeoEspeciales

Cartogramas

Año	Autor	Algoritmo	Tipo	Preserva Unidades
1990	Torguson	Interactive Molygon Zipping Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1990	Dorling	Cellular Automation Algorithm	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1993	Gusein-Zade, Tikunov	Line Integral Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1996	Dorling	Circular Cartogram (Dorling Cartogram)	Símbolo proporcional (Dorling Circles)	No (círculos como formas)
1997	Sarkar, Brown	Graphical Fisheye Views	Continuo irregular	No (deformación de forma)
1997	Edelsbrunner, Waupotitsch	Combinatorial-based Approach	Continuo irregular	No (deformación de forma)

Datos GeoEspeciales

Cartogramas

Año	Autor	Algoritmo	Tipo	Preserva Unidades
1998	Kocmoud, House	Continuous Area Cartogram Using the Constraint-based Method	Continuo irregular	No (deformación de forma)
2003	Keim, North, Panse	Cartodraw	Continuo irregular	No (deformacion de forma)
2003	Keim, North, Panse	HistoScale	Continuo irregular	No (deformación de forma)
2004	Gastner, Newman	Diffusion-based Method	Continuo irregular	No (deformacion de forma)
2004	Helimann, Keim et al.	RecMap	Símbolos proporcionales	No (usa rectángulos)
2005	Keim, North, Panse	Medial-axis-based Cartograms	Continuo irregular	No (deformacion de forma)

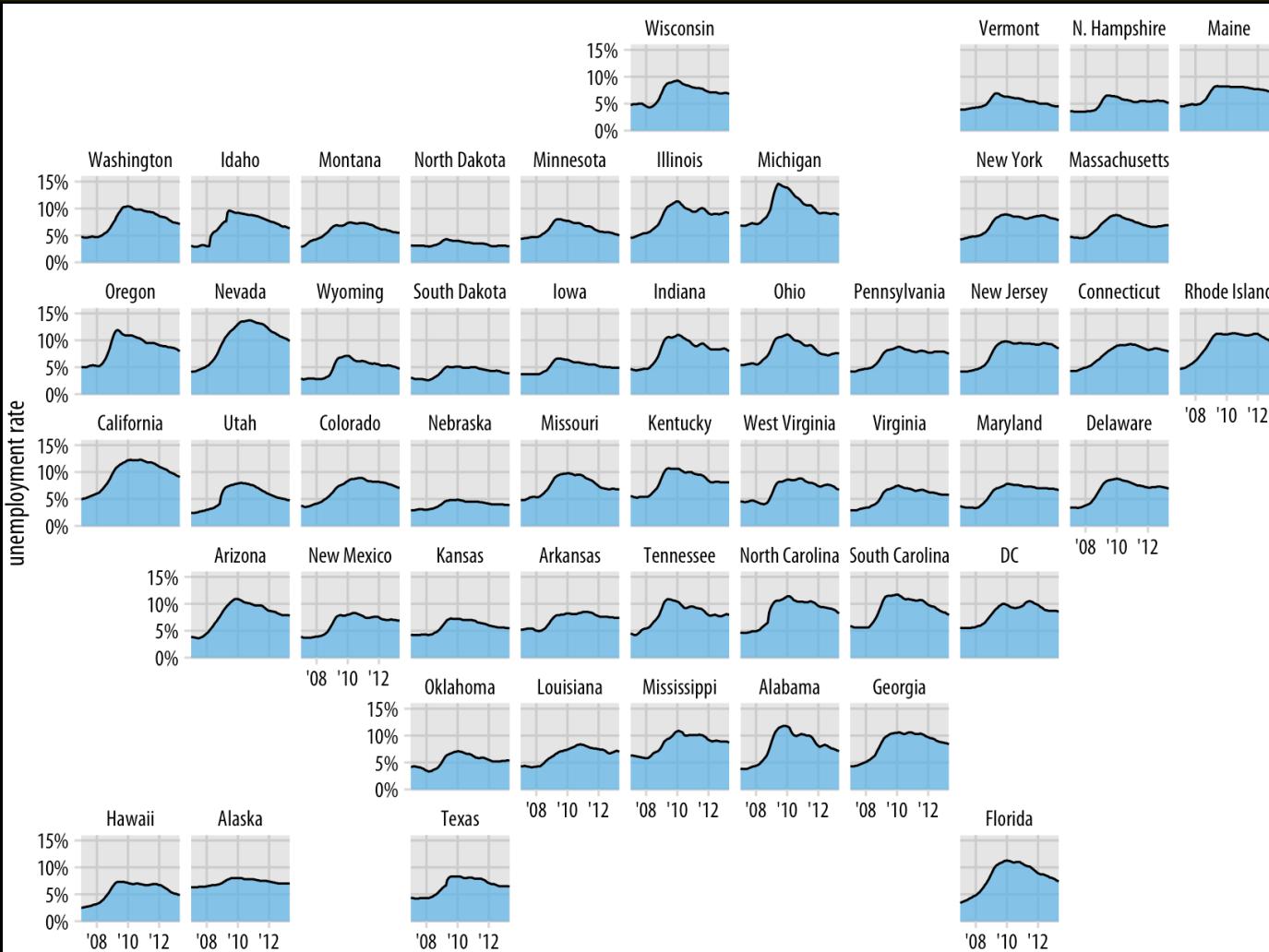
Datos GeoEspeciales

Cartogramas

- En el mercado hay un gran número de aplicaciones o sistemas de información geográfica (GIS) que se utilizan en el desarrollo de cartogramas de área. Algunos de ellos que al día de hoy están disponibles son
 - Open GeoDA (<https://spatial.uchicago.edu/geoda>).
 - MapViewer (<https://www.goldensoftware.com>).
 - Cartogram Utility Tool para ArcGIS (<https://www.arcgis.com/>).
 - Scape Toad (<http://scapetoad.choros.place>).
 - Cart (<http://www-personal.umich.edu/~mejn/cart/>).
 - Cartogram Studio
(manual y en <https://ux1.eiu.edu/~bjkronenfeld/cartogramstudio.html>).
 - F4Carto (<http://sunsp.net/download.html>).
 - Go-cart (<https://go-cart.io/>).
 - GISGeography (<https://gisgeography.com/cartogram-maps/>).
 - ArcGIS + Word®
(<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis-online/mapping/how-to-build-a-cartogram-in-microsoft-office-and-arcgis-online/>).
 - Programas para Ciencia Espacial (<https://spatial.uchicago.edu/software>).
 - Página de Cartogramas en general
(http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/software.html).

Datos GeoEspeciales

Cartogramas

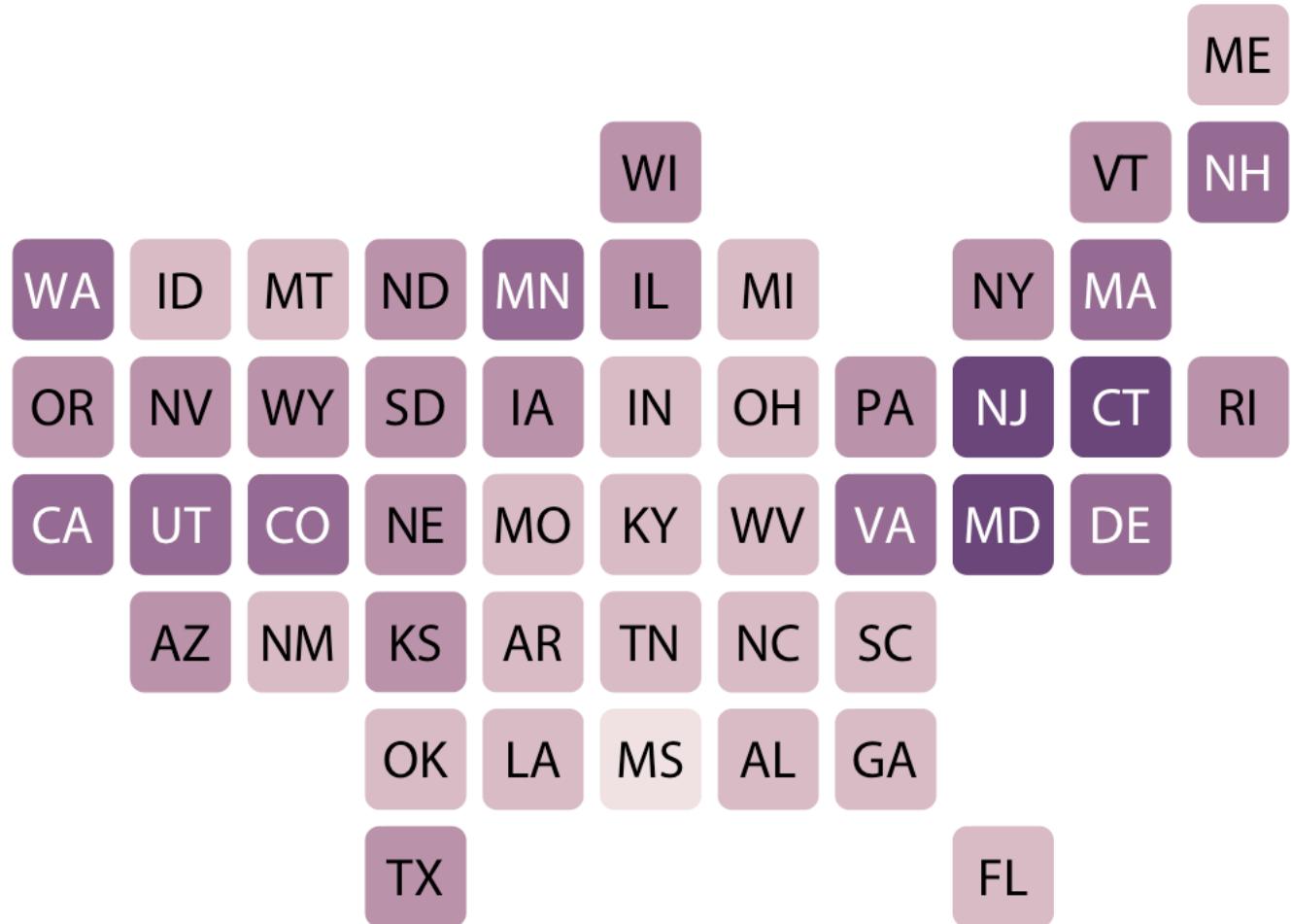


Datos GeoEspeciales

Cartogramas

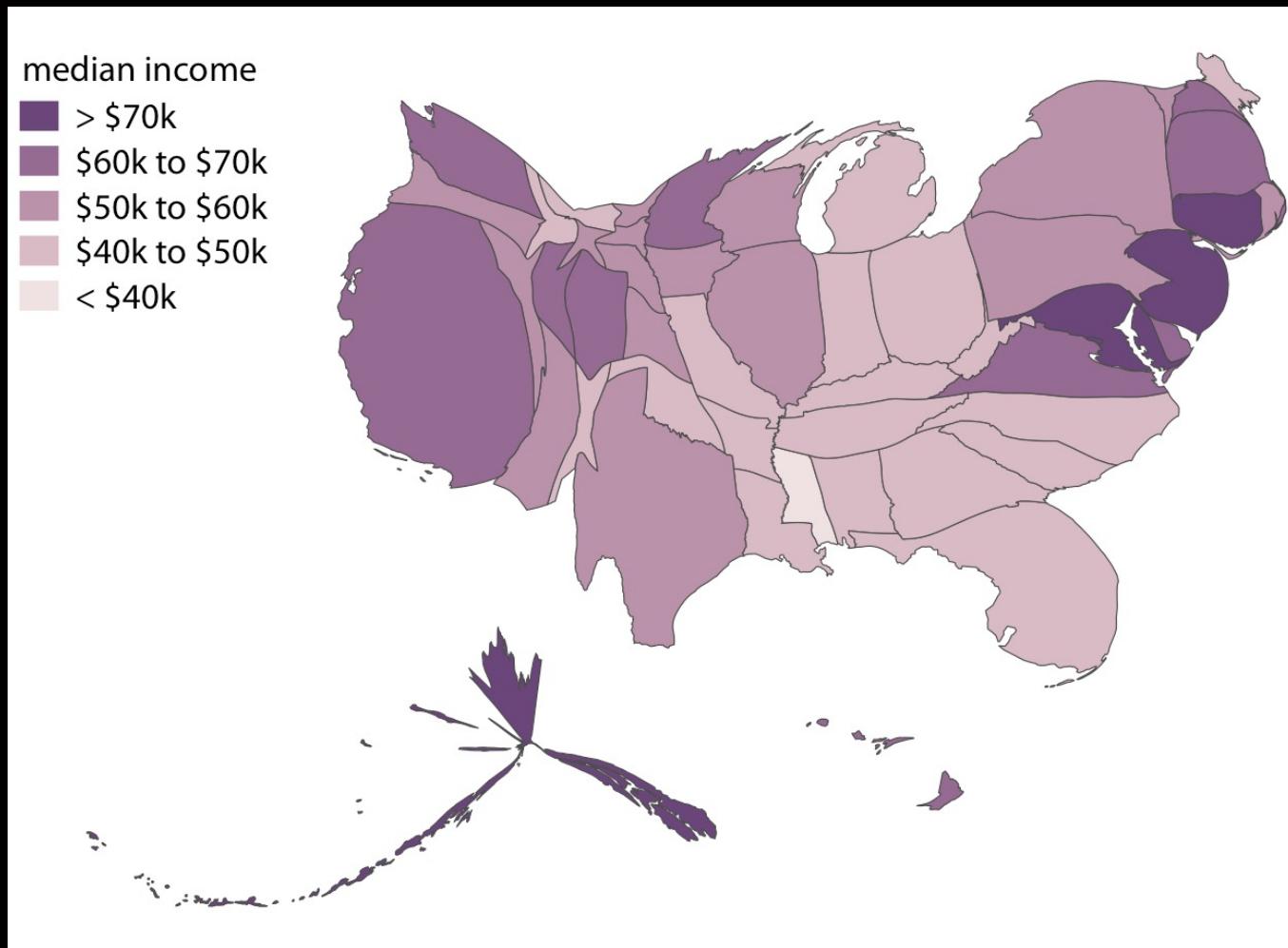
median income

- > \$70k
- \$60k to \$70k
- \$50k to \$60k
- \$40k to \$50k
- < \$40k



Datos GeoEspeciales

Cartogramas



DATOS MULTIVARIADOS

Datos Multivariados

- Este tipo de datos no tienen un atributo espacial explícitamente.
- Muchos conjuntos de datos contienen dos o más variables cuantitativas y hay interés en ver como éstas variables se relacionan una con las otras. Por ejemplo, la relación entre altura, peso, longitud y requerimientos de energía para animales. Para mostrar la relación de todas las variables se pueden utilizar varios tipos de visualización como gráficas de burbujas, matrices de gráficas de dispersión o un correlograma. Alternativamente, se puede reducir la dimensión de los datos con alguna de las técnicas que ya hemos visto.

Datos Multivariados

Técnicas con Puntos

- Las gráficas de puntos son visualizaciones que proyectan registros de un espacio de datos n -dimensional a un espacio arbitrario de despliegue k -dimensional de tal forma que los registros de los datos se mapean a puntos k -dimensionales. Por cada registro, una representación gráfica, marca u otra entidad estética es usada para dibujar el correspondiente punto k -dimensional. Las técnicas de visualización de este tipo definen proyecciones apropiadas de los datos y representaciones visuales específicas.
- Las gráficas de puntos se pueden definirse para desplegar registros individuales o resúmenes de registros y pueden estructurarse usando varias técnicas de proyección.

Datos Multivariados

Puntos Esparcidos

- Las gráficas de puntos esparcidos (*scatterplots*) son de las primeras técnicas de visualización y de las más utilizadas en análisis de datos. Gráficas de puntos esparcidos 2D y 3D se encuentran en la mayoría de los paquetes para apoyar el análisis de información y datos. El éxito de este tipo de gráficas se debe a la habilidad que tienen los seres humanos para juzgar la posición relativa dentro de un espacio acotado.

Datos Multivariados

Puntos Esparcidos

- Conforme aumentan las dimensiones de los datos, las opciones para análisis visual consisten en:
 - **Crear un subconjunto de dimensiones.** Permite al usuario seleccionar un subconjunto de las dimensiones a desplegar o desarrollar algoritmos para hallar las dimensiones que contienen la información más útil para la tarea a realizar.
 - **Reducción de dimensiones.** Ya hemos hablado sobre este tema y consiste en usar métodos para transformar datos en dimensiones altas a datos en dimensiones menores mientras se intenta preservar las relaciones entre los datos tanto como sea posible.
 - **Dimensión Embebida.** Consiste en mapear dimensiones a otros atributos gráficos además de la posición tales como el color, el tamaño y la forma (claramente, hay límites al número de dimensiones que se pueden mapear de esta forma).
 - **Despliegues múltiples.** Consiste en mostrar varias gráficas superimpuestas o yuxtapuestas, cada una de ellas conteniendo algunas de las dimensiones.

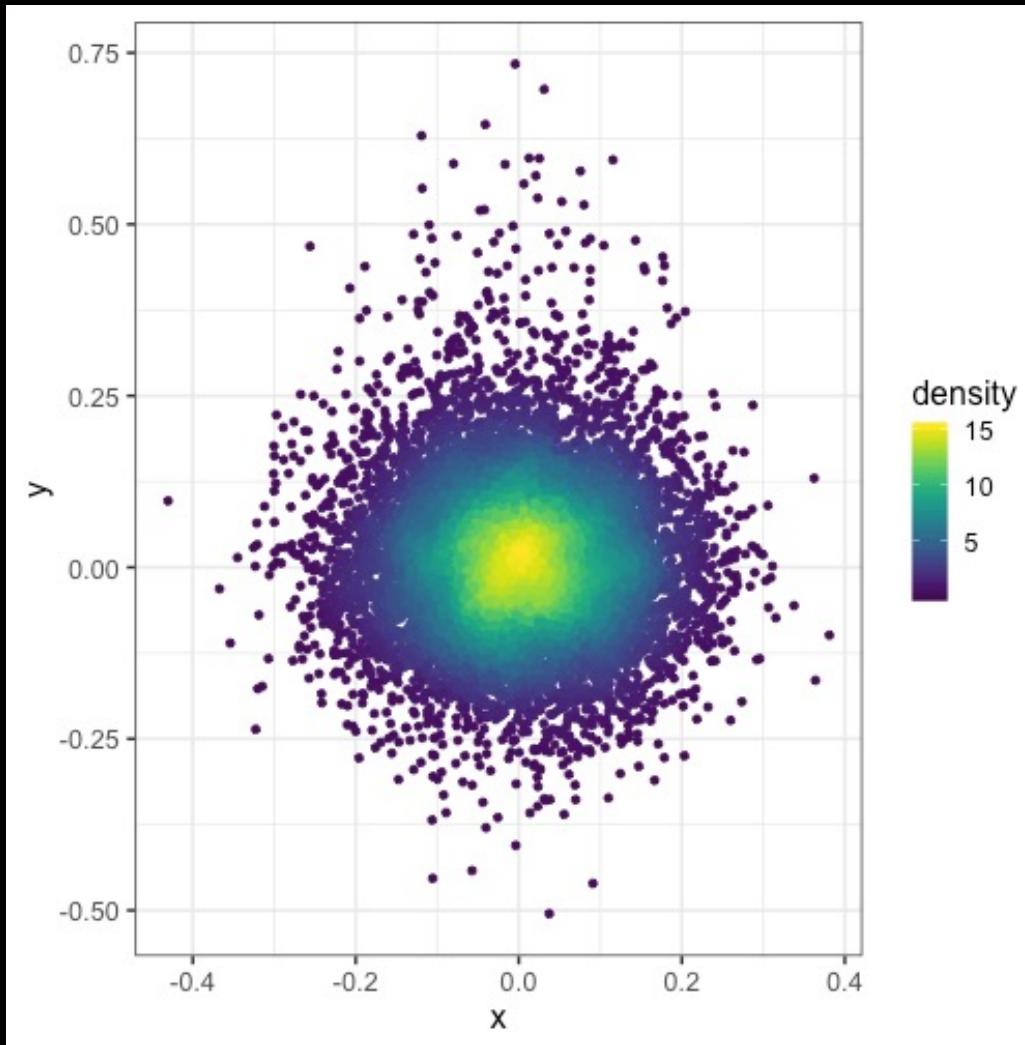
Datos Multivariados

Puntos Esparcidos

- Para el caso de despliegues múltiples, el método más común es usar una matriz de puntos dispersos (*scatterplot matrix*). Para un conjunto de datos N -dimensional, es una rejilla cuadrada de tamaño $N \times N$ de gráficas dispersas. Por lo tanto, cada gráfica se muestra dos veces, cada una perpendicular a la otra. El orden de las dimensiones es usualmente la misma para las orientaciones verticales y horizontales, lo que resulta en simetría a lo largo de la diagonal. Las gráficas diagonales, que normalmente grafican una variable contra sí misma, se usan usualmente para transmitir los nombres de las dimensiones en las fileras/columnas correspondientes o a veces para mostrar el histograma de una dimensión determinada.

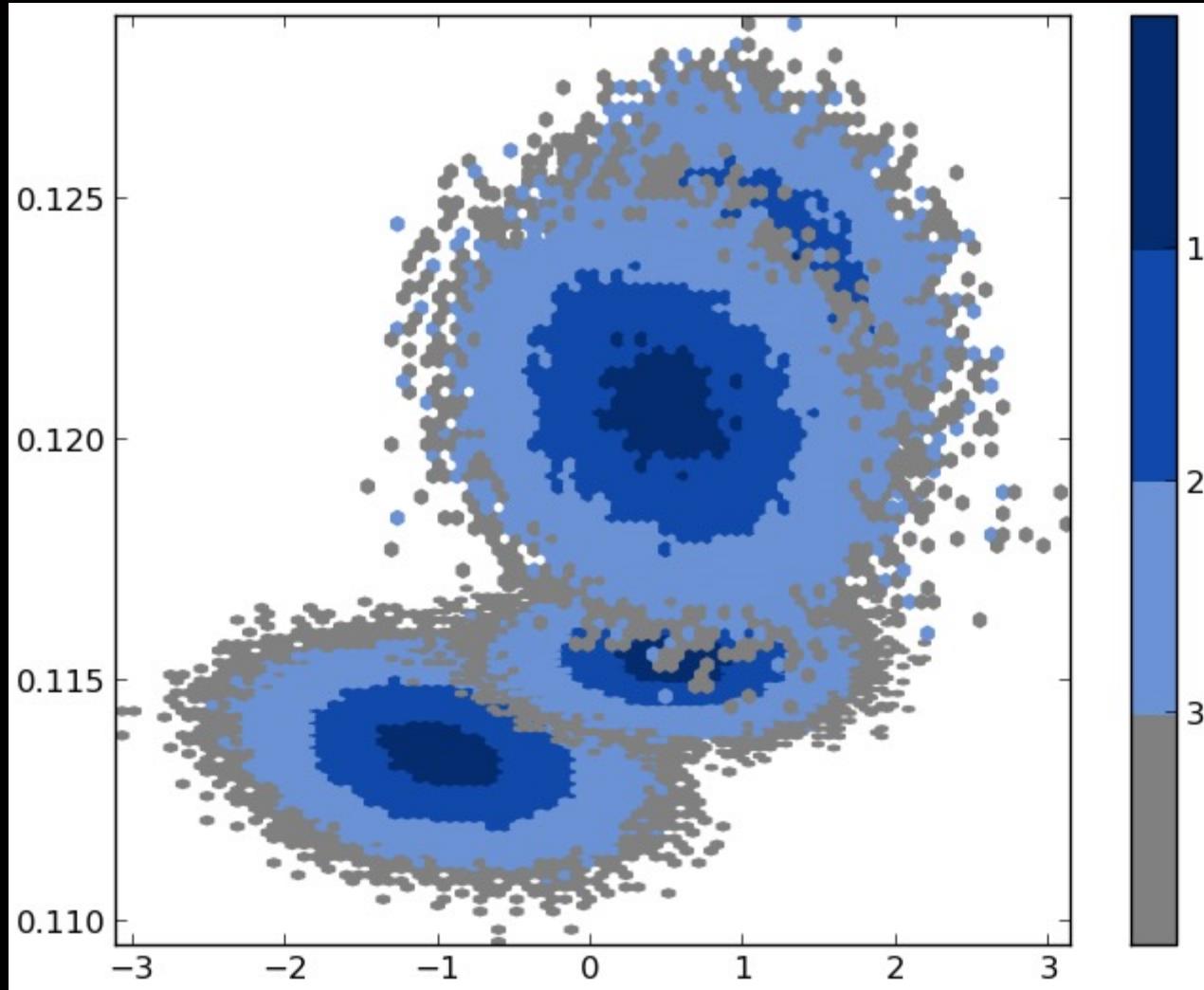
Datos Multivariados

Puntos Esparcidos



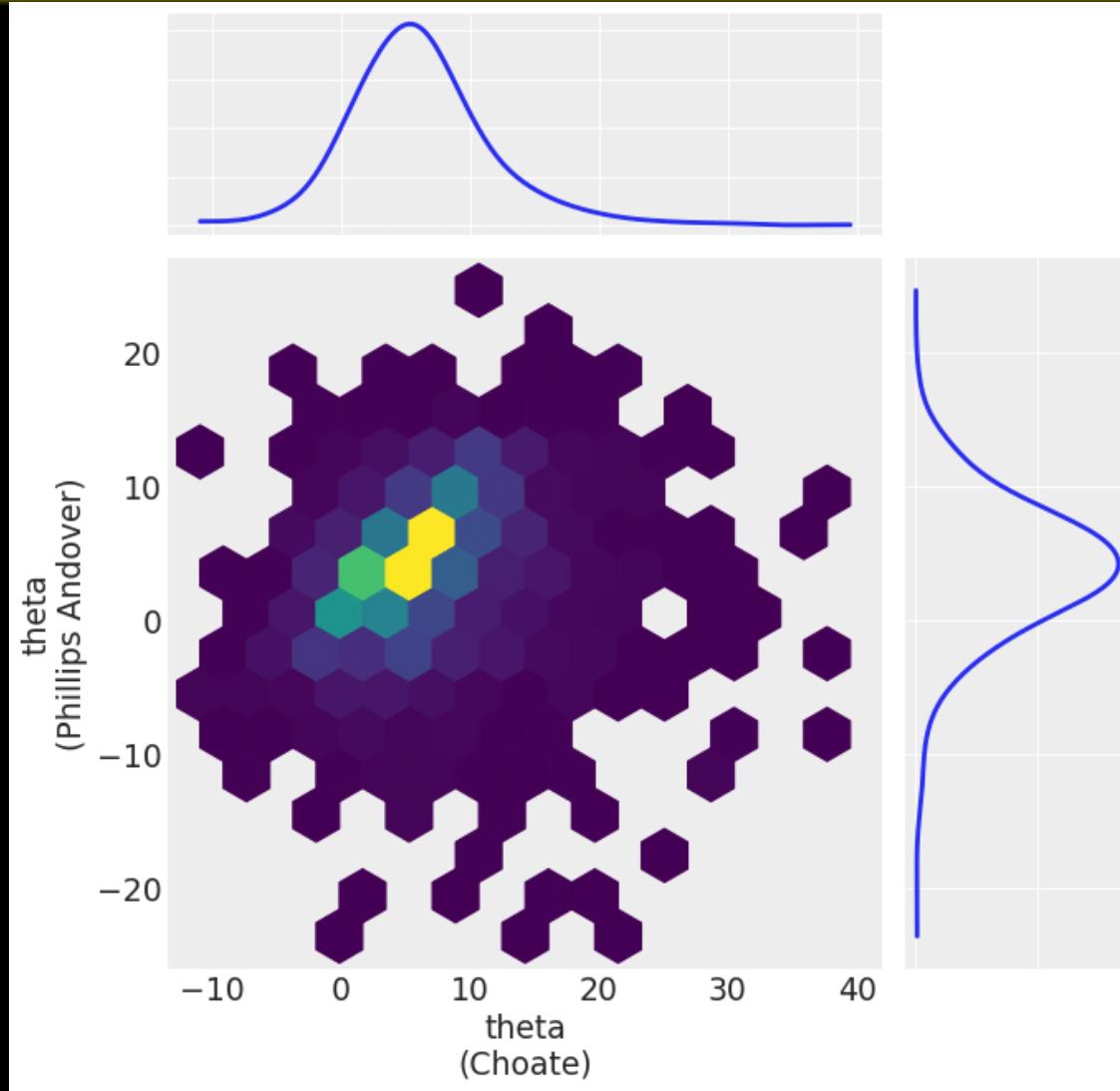
Datos Multivariados

Puntos Esparcidos



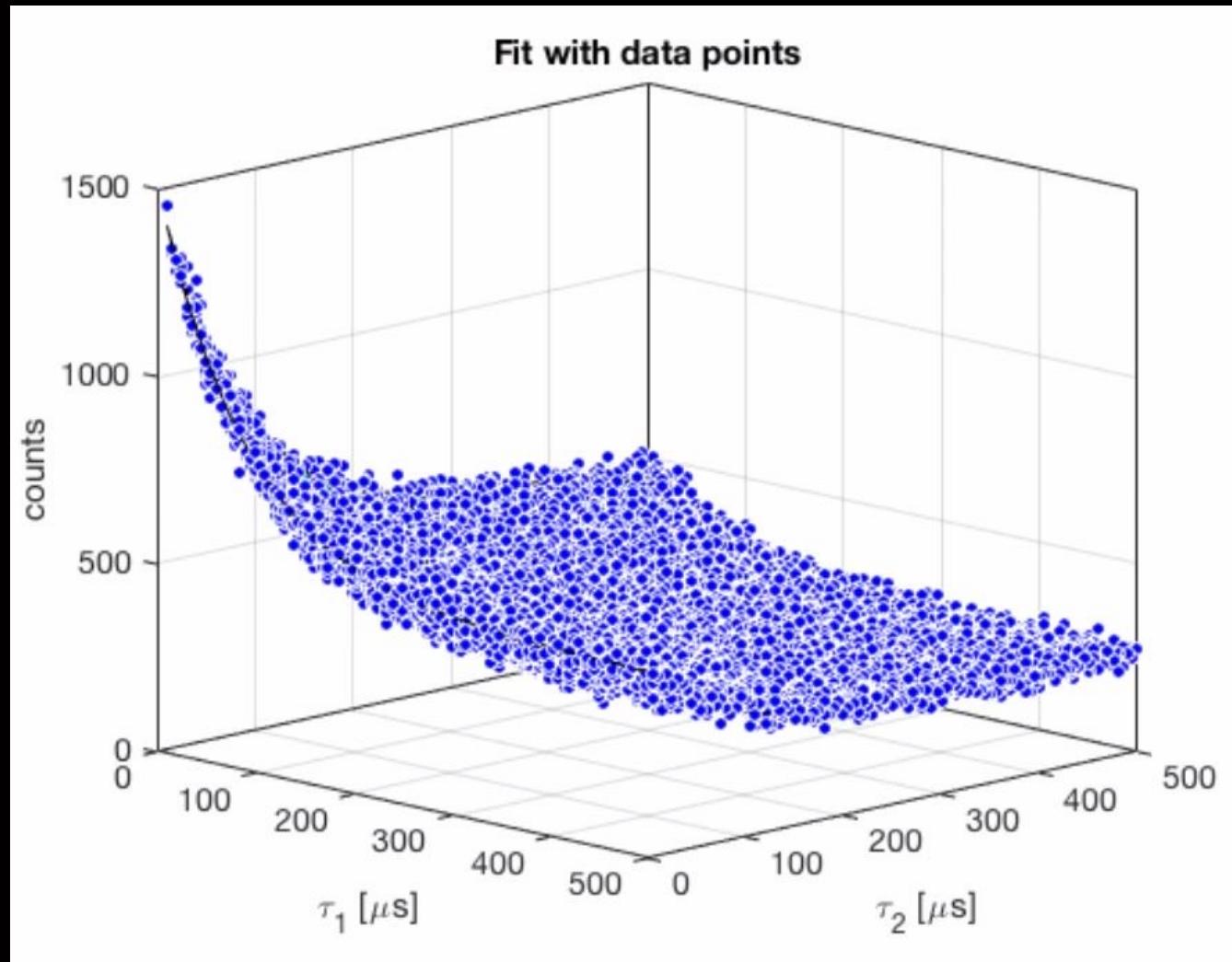
Datos Multivariados

Puntos Esparcidos



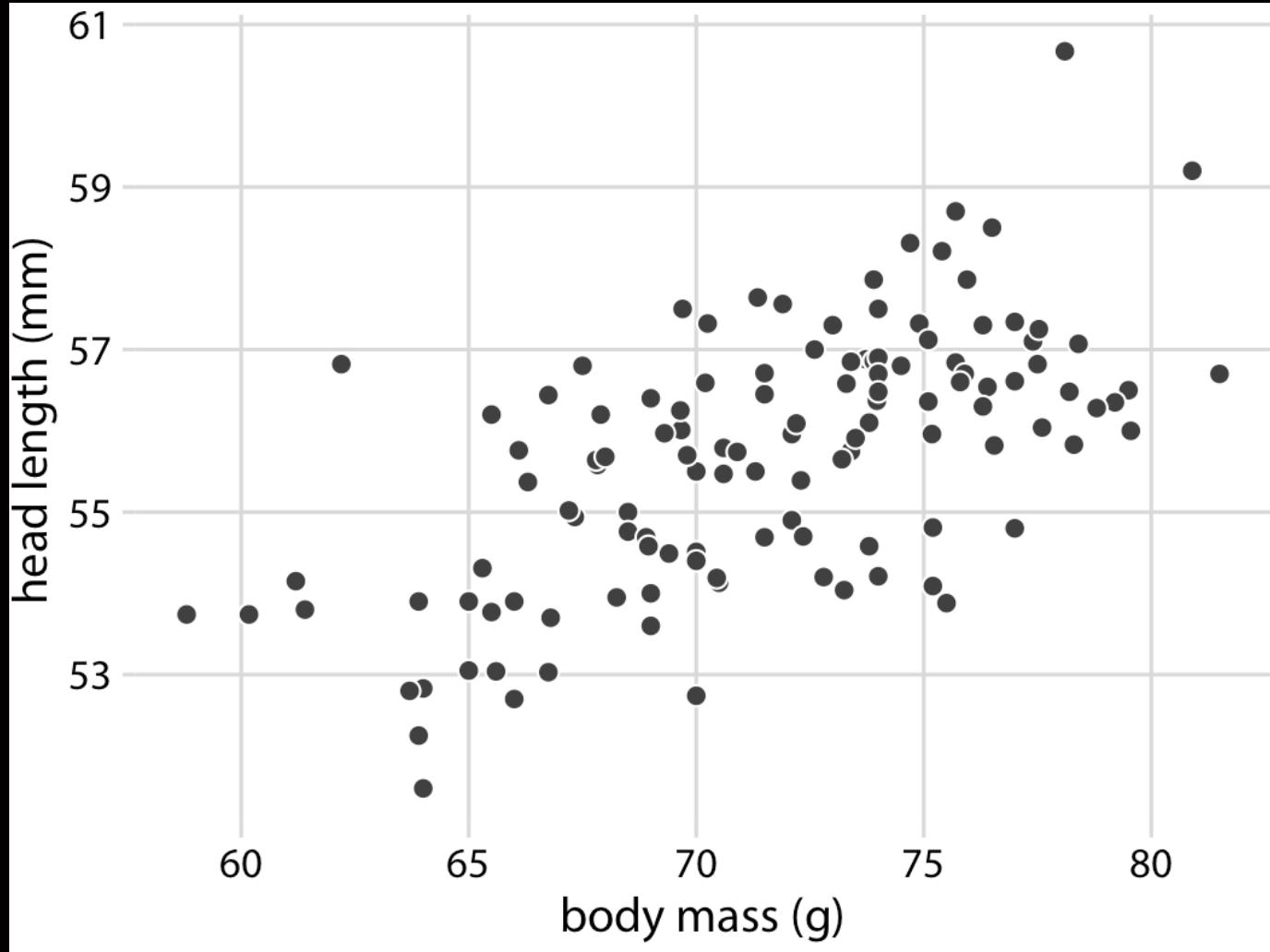
Datos Multivariados

Puntos Esparcidos



Datos Multivariados

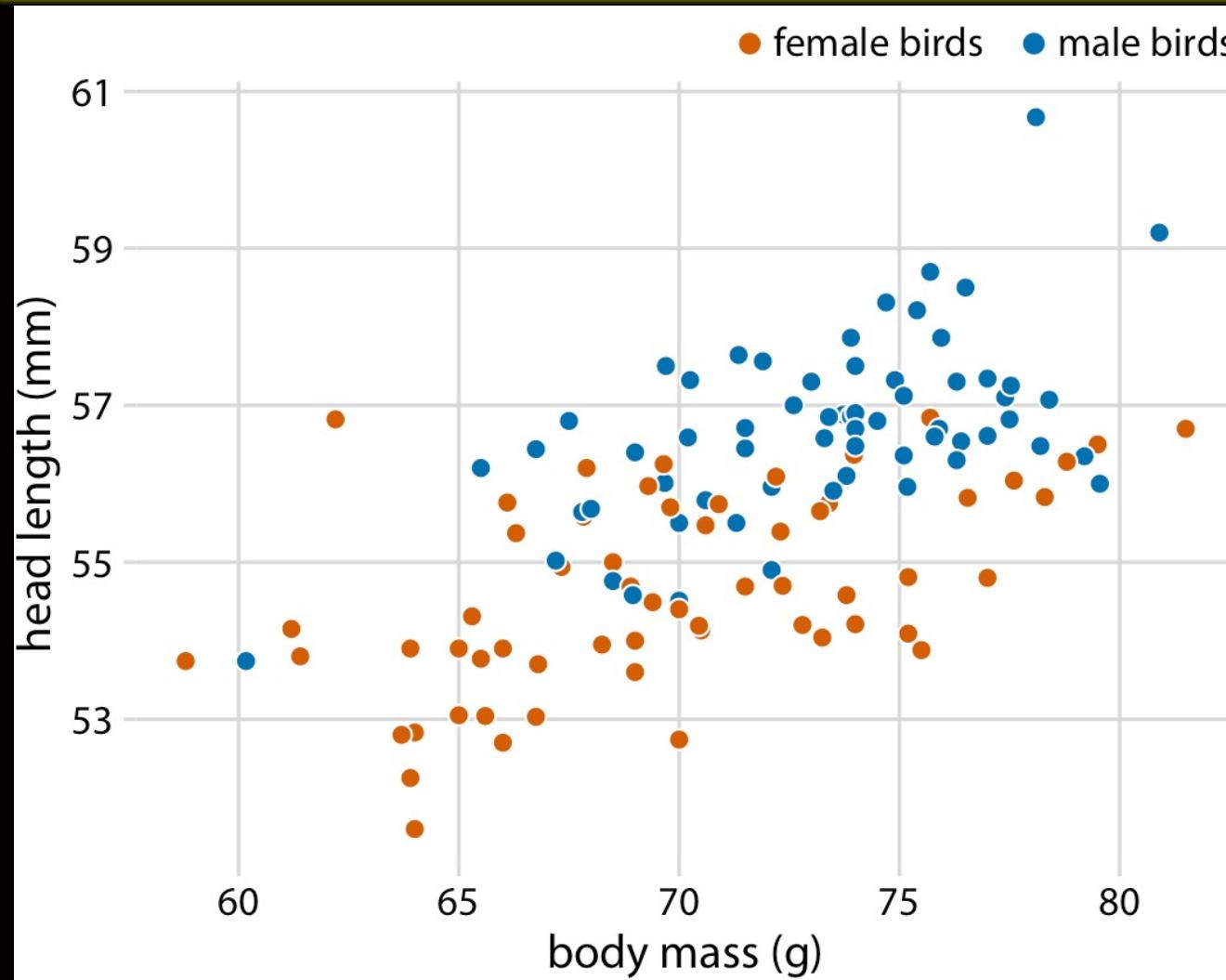
Puntos Esparcidos



Simple proyección de datos como puntos relacionando dos dimensiones: masa corporal vs longitud de cráneo.

Datos Multivariados

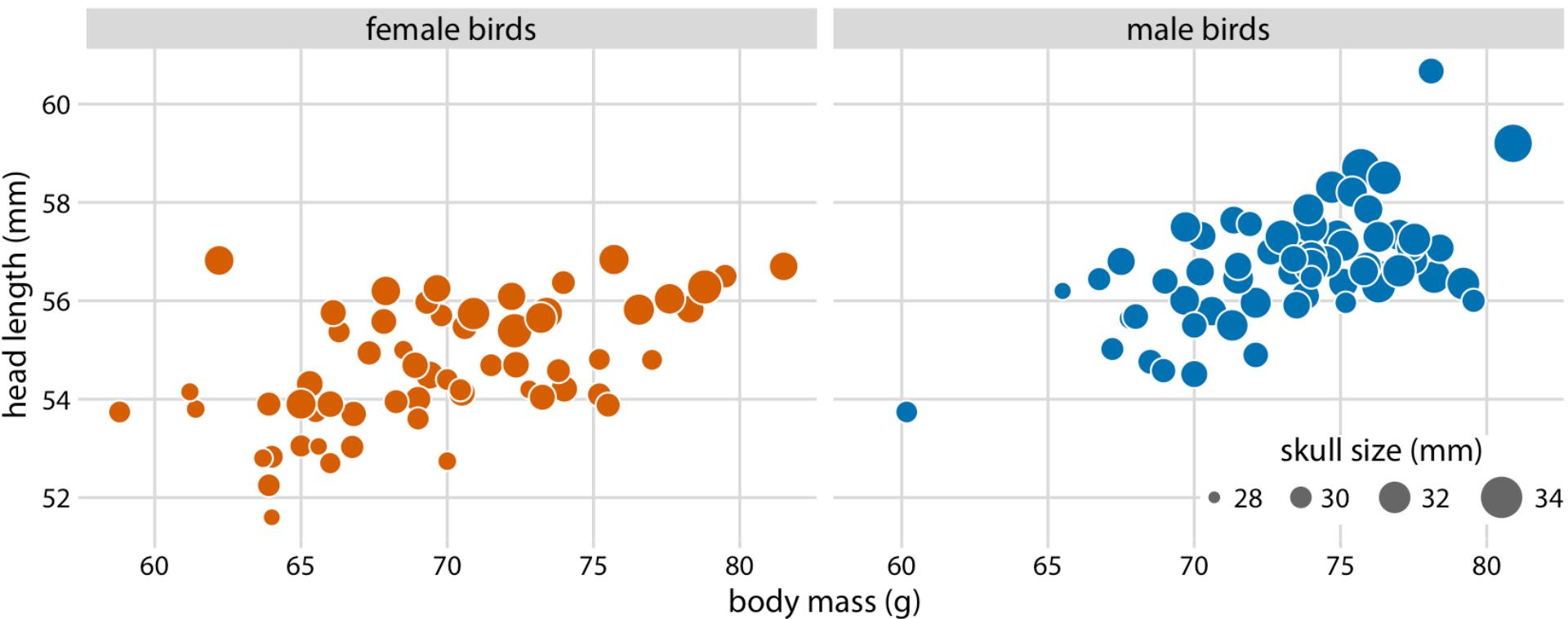
Puntos Esparcidos



Proyección de datos como puntos relacionando tres dimensiones: masa corporal vs longitud de cráneo y sexo en color.

Datos Multivariados

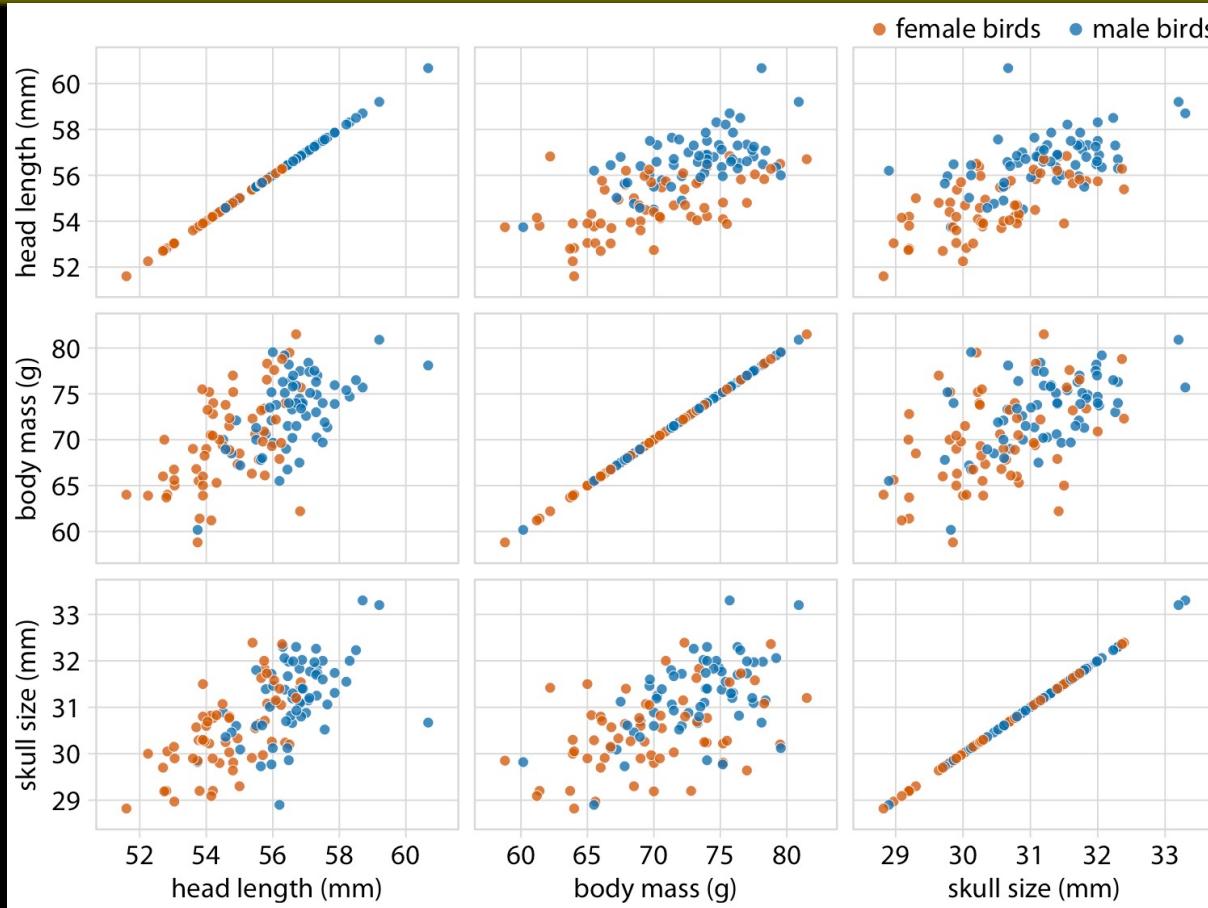
Gráficas de Burbujas



Proyección de datos como burbujas relacionando cuatro dimensiones: masa corporal vs longitud de cráneo, sexo en color y tamaño de cráneo con radio.

Datos Multivariados

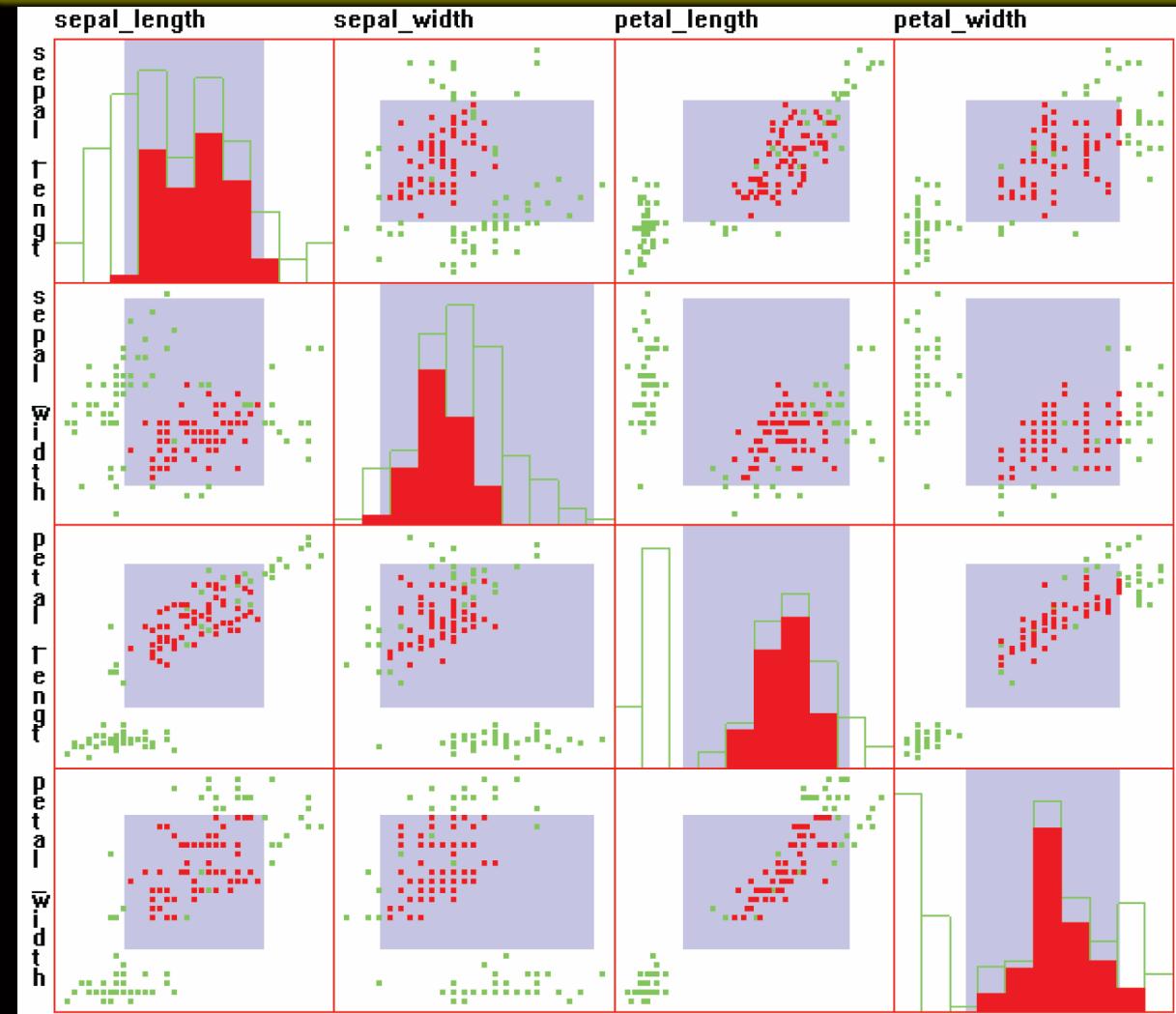
Matriz de Puntos Dispersos



Proyección de datos como burbujas relacionando cuatro dimensiones: masa corporal vs longitud de cráneo, sexo en color y tamaño de cráneo con radio.

Datos Multivariados

Matriz de Gráficas de Puntos Esparcidos



Una matriz de gráficas de puntos dispersos que muestran un histograma de cada dimensión.