

Una Imagen vale más que Mil Datos: Las Representaciones Gráficas en la Enseñanza de la Estadística

Hugo Granchetti, Christiane Ponteville, Myriam Nuñez

Fecha de recepción: 25/08/2017

Fecha de aceptación: 17/10/2017

<p>Resumen</p>	<p>El diluvio de datos nos desborda, y la Estadística ofrece innumerables formas de dilucidar las historias que los datos tienen para contar. Ya sean gráficos de barras, sectores circulares o histogramas, esta disciplina nunca escatima en variedad. Este trabajo pretende abordar la utilidad de las representaciones gráficas en la enseñanza de la estadística, obtenidas a partir de una búsqueda bibliográfica en diversas áreas disciplinares. Dicho instrumento propone transmitir el impacto que tiene la visualización de la información en nuestras decisiones cotidianas y profesionales. Una imagen vale más que mil palabras. De la misma manera, una imagen vale más que mil datos.</p> <p>Palabras clave: estadística, representación gráfica, visualización de datos, propuesta didáctica</p>
<p>Abstract</p>	<p>Data deluge overwhelms us, and Statistics offer innumerable ways for elucidating the stories behind the numbers. Whether it be bar charts, pie charts or histograms, this discipline never lacks variety. The present work aims to analyze the utility of graphical representations for teaching statistics, obtained from a literature search throughout many disciplinary areas. Such instrument was designed to transmit the impact that data visualization has on our daily and professional decisions. A picture is worth a thousand words. Similarly, a picture is worth a thousand data points.</p> <p>Keywords: statistics, graphical representation, data visualization, didactic proposal</p>
<p>Resumo</p>	<p>A enxurrada de dados é esmagadora, e a Estatística oferece inúmeráveis formas de elucidar as histórias que os dados têm para contar. Quer sejam gráficos de barras, histogramas ou setores circulares, essa disciplina sempre tem variedades. Este trabalho pretende abordar a utilidade das representações gráficas no ensino da estatística, obtidas a partir de uma busca bibliográfica em diversas áreas disciplinares. Esse instrumento propõe transmitir o impacto que tem a visualização da informação em nossas decisões cotidianas e profissionais. Uma imagem vale mais que mil palavras. Da mesma maneira, uma imagem vale mais que mil dados.</p> <p>Palavras-chave: estatística, representação gráfica, visualização de dados, proposta didática</p>

1. Introducción

El objetivo del presente trabajo es describir y fundamentar la utilización de las representaciones gráficas como herramienta en la enseñanza de la estadística. El creciente acceso a la información nos exige estar atentos, cada vez más, a la forma de transmitir los patrones escondidos detrás de los números.

Desde los originales gráficos de área polar de Florence Nightingale hasta las dinámicas presentaciones de la fundación *Gapminder*, hemos sido testigos del desarrollo de innovadoras figuras, esquemas y mapas cuyo impacto no puede ser subestimado. Para ello, la Estadística nos ofrece diversas representaciones gráficas que nos ayudan a dilucidar las historias que los datos tienen para contar, como, por ejemplo, gráficos de barras, sectores circulares, diagramas de dispersión, histogramas, cajas y bigotes, entre otros.

2. Marco de referencia

El abordaje elegido se sustenta en las innumerables evidencias que ha ofrecido la investigación didáctica en las últimas décadas, sobre aquellas estrategias que han demostrado efectividad para la enseñanza de conceptos, procedimientos y actitudes en un mundo de constantes cambios.

Howard Gardner (1983) sugiere, a partir de su Teoría de Inteligencias Múltiples, el abordaje de los contenidos de un currículum a través de diversas puertas de acceso al conocimiento, como la visual, la espacial, la lingüística y la intra e inter personal. Además, propone hacer foco en la formación de las “cinco mentes para el futuro” (Gardner, 2008): Disciplinada, Sintética, Creativa, Respetuosa y Ética. Estas abarcan la incorporación de formas de pensar asociadas a profesiones y empleos, la selección y el ordenamiento de la información que tengan sentido para uno y para los demás, el desarrollo de nuevas formas de pensar, el trabajo desde la tolerancia entre individuos y grupos, y la identificación de las características cruciales del propio rol como trabajador y como ciudadano.

Por otra parte, David Perkins (1992) nos desafía a pensar en lo que considera la pregunta pedagógica más importante: “¿qué enseñamos?”. Con este tono, nos invita a poner en el centro de la escena a aquellos temas generadores que den lugar a la enseñanza para la comprensión, que sean de trascendencia contextual para nuestros alumnos. Asimismo, sugiere que estos temas se aborden en forma interdisciplinaria e involucren no sólo los llamados “problemas bien estructurados”, típicos de las simulaciones educativas, sino también -y más aún- los “problemas mal estructurados”, típicos del mundo real. Estas situaciones deben formar parte de la formación de nuestros alumnos ya que ellas podrán lograr el desarrollo de prácticas asociadas a la visualización de datos, evitando caer en la mera reproducción de contenidos (Cantoral, 2013).

Tras sus investigaciones a lo largo de 20 años, tanto Ken Bain (2004, 2012) como Ron Ritchhart (2015) publicaron una serie de patrones y conclusiones sobre las prácticas de enseñanza y aprendizaje de aquellos docentes y alumnos que

demonstraron resultados ejemplares, medidos no por la obtención de altas calificaciones en exámenes estandarizados, sino por la trascendencia de su impacto en sus respectivos y diversos ámbitos de desempeño. Curiosamente, a pesar de la diversidad disciplinar implicada en estos estudios, los patrones eran siempre similares: la comunidad de aprendizaje conformada por estos docentes y alumnos se caracterizaba por una “cultura de pensamiento” creada en el aula, en la que se fomentaba y respetaba la participación, el debate y la construcción conjunta del conocimiento, en contraposición con la mera transmisión de conceptos.

Teniendo en cuenta esta nueva visión, la formación estadística de los estudiantes en todos los niveles educativos queda presente en la discusión didáctica. Uno de los planteos tiene que ver con la presencia de fenómenos aleatorios en diversos aspectos. De esta forma, para valorar el rol de la estadística, es fundamental acercarse a problemas del mundo biológico, histórico, físico, social y político: las características genéticas, la previsión climática, el resultado de las actos eleccionarios, el crecimiento de la población, la extinción de las especies, el efecto de los hábitos alimenticios o las drogas sobre la salud, la extensión de enfermedades, los resultados deportivos, el índice de precios o el censo de la población son claras evidencias del mundo que los rodea (Ponteville, 2014). Gran parte de esta información nos llega en forma de gráficos estadísticos y tablas, por lo que una persona estadísticamente culta debiera ser capaz de comprender e interpretar las distintas formas de presentación de datos estadísticos para aprender e informarse sobre los temas más variados (Arteaga, 2010). Para que este proceso sea efectivo deberá estar inmerso en un desarrollo del razonamiento crítico apoyado en la toma de valor de la evidencia existente que dé respuestas a situaciones de decisión y permita realizar predicciones junto con los procesos de resolución de problemas, el planteo de conjeturas en aspectos matemáticos, y la institucionalización como un acuerdo social en la construcción de conocimiento. (Ponteville, Núñez, Granchetti, Reynoso & Seifert, 2014).

3. Desarrollo de la propuesta didáctica

Con el objetivo de crear una cultura de pensamiento en torno a un tema concreto como la visualización de datos en la Estadística Descriptiva, diseñamos actividades que involucran disciplinas diversas y abordan las siguientes preguntas: ¿Qué herramientas nos ofrece la Estadística para generar imágenes a partir de los datos? ¿Cuántas formas de representarlos existen hoy en día? ¿Ante qué estrategias de manipulación y tergiversación visual debemos estar atentos? Estos interrogantes fueron los generadores de las actividades disparadoras utilizadas en la secuencia didáctica.

Teniendo en cuenta esta visión que considera múltiples perspectivas, hemos abordado diversas áreas como las Ciencias de la Salud, Historia, Tecnología, Ciencias de la Comunicación y Salud Global. Estos materiales fueron implementados como herramientas pedagógicas en diversos contextos: una clase sobre Estadística Descriptiva en un curso de Bioestadística para estudiantes de las carreras de

Farmacia y Bioquímica (Universidad de Buenos Aires) y un taller en las “Quintas Jornadas del Departamento de Matemática” del Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González”, dirigido a profesores de matemática y alumnos del profesorado de Matemática. En ambos casos, el aula taller se utilizó como metodología buscando el debate con los alumnos a través de preguntas disparadoras para invitar a compartir sus opiniones y argumentaciones, potenciando los recursos de los participantes.

A continuación, se detallan las actividades y contenidos de la propuesta, así como las razones didácticas que han llevado a su selección. Cabe destacar que, según el contexto de implementación, el recorte y orden de actividades pueden ser planificados en base a los contenidos que representen el mayor potencial generador para la audiencia destinataria, así como el tiempo disponible para su desarrollo.

3.1 Actividad 1 (área: Epidemiología)

Como caso emblemático en la historia de la visualización de datos, en el siglo XIX Florence Nightingale impactó a los generales británicos de la Guerra de Crimea resaltando las causas mayoritarias de muerte de los soldados. A través de sus gráficos de área polar, demostró que las infecciones prevenibles eran el principal enemigo en combate, superando ampliamente a las heridas de guerra. Con este ejemplo, acercamos a los alumnos a formas de visualización no convencionales como estrategias de comunicación (Mente Creativa), en contraste con la mera exposición de tablas numéricas, lo cual facilita la detección de las tendencias detrás de los datos, con el consiguiente impacto de la importancia que tienen estos gráficos para la toma de decisiones en salud (Mente Disciplinada y Mente Ética).

Tanto la siguiente tabla como el gráfico de área polar muestran la misma información, sobre las muertes relevadas por la enfermera Florence Nightingale durante la Guerra de Crimea entre los años 1854 y 1856.

- a) *¿Qué conclusiones generales pueden extraer?*
- b) *¿De dónde les resultó más fácil extraer sus conclusiones: de la tabla o del gráfico? ¿Por qué?*
- c) *¿Cuál de los dos, tabla o gráfico, les parece que tiene mayor impacto para comunicar la información relevada?*

TABLE K.—Figure 1.

TABLE SHOWING the ESTIMATED AVERAGE MONTHLY STRENGTH of the ARMY ; and the Deaths and Annual Rate of Mortality per 1,000, in each Month, from April, 1854, to March, 1856, (inclusive), in the Hospitals of the Army in the East.

Months	Estimated Average Monthly Strength of the Army.	DEATHS.			ANNUAL RATE OF MORTALITY PER 1,000.		
		Zymotic Diseases.	Wounds and Injuries.	All other Causes.	Zymotic Diseases.	Wounds and Injuries.	All other Causes.
1854 April	8,571	1	..	5	1·4	..	7·0
May	23,333	12	..	9	6·2	..	4·6
June.. . . .	28,333	11	..	6	4·7	..	2·5
July.. . . .	26,722	359	..	23	150·0	..	9·6
August	30,246	828	1	30	328·5	·4	11·9
September ..	30,290	788	81	70	312·2	32·1	27·7
October	30,643	503	132	128	197·0	51·7	50·1
November .. .	29,736	844	287	106	340·6	115·8	42·8
December .. .	32,779	1,725	114	131	631·5	41·7	48·0
1855 January ..	32,393	2,761	83	324	1022·8	50·7	120·0
February.. . .	30,919	2,120	42	361	822·8	16·3	140·1
March	30,107	1,205	32	172	480·3	12·8	68·6
April	32,252	477	48	57	177·5	17·9	21·2
May	35,473	508	49	37	171·8	16·6	12·5
June.. . . .	38,863	802	209	31	247·6	64·5	9·6
July.. . . .	42,647	382	134	33	107·5	37·7	9·3
August	44,614	483	164	25	120·9	44·1	6·7
September ..	47,751	189	276	20	47·5	69·4	5·0
October	46,852	128	53	18	32·8	15·6	4·6
November .. .	37,853	178	33	32	56·4	10·5	10·1
December .. .	43,217	91	18	28	25·3	5·0	7·8
1856 January ..	44,212	42	2	48	11·4	·5	13·0
February	43,485	24	..	19	6·6	..	5·2
March	46,140	15	..	35	3·9	..	9·1

The Deaths under the head of "Wounds and Injuries," comprise the following causes:—Luxatio, Sub-Luxatio, Vulnus Sclopitorum, Vulnus Incisum, Contusio, Fractura, Ambustio, and Concussio Cerebri.

Figura 1. Tabla original con los datos recolectados por Florence Nightingale (1856).

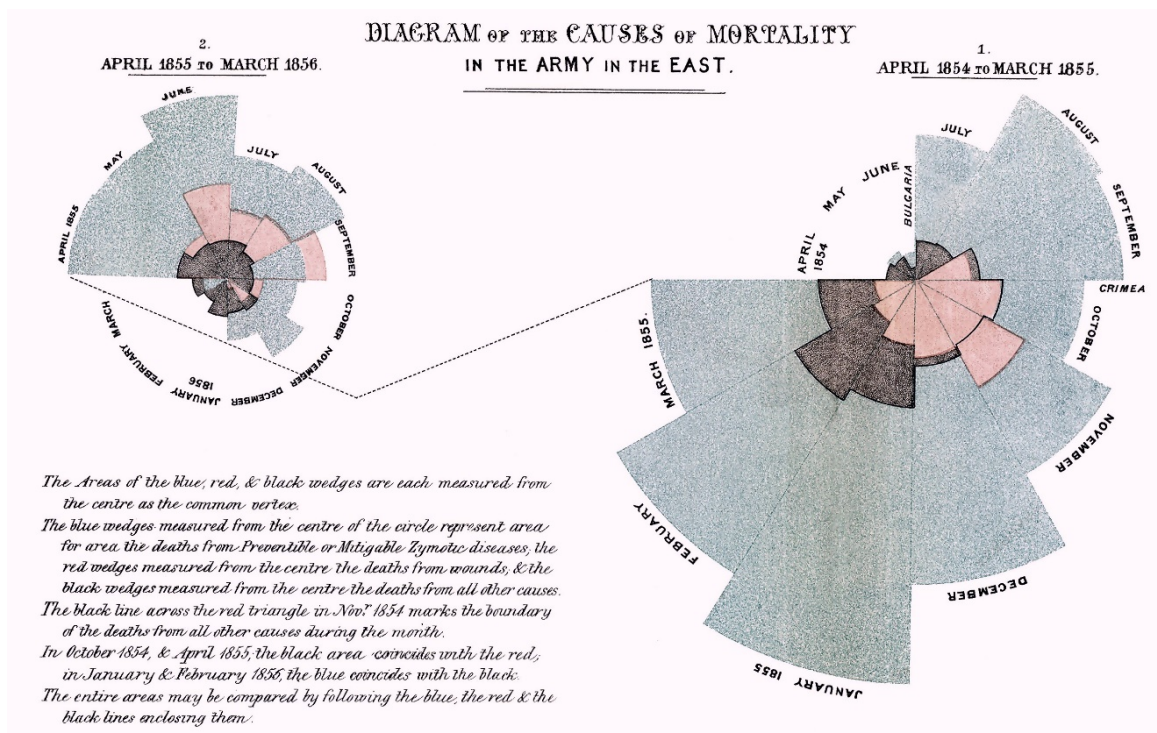


Figura 2. Gráficos de área polar de Florence Nightingale (1856).

3.2 Actividad 2 (área: Epidemiología)

El siguiente mapa es un famoso esquema realizado por el Dr. John Snow durante una epidemia de cólera en el distrito de Soho, Londres, en el año 1854. En él se representa la distribución espacial de las muertes (rectángulos negros) y las fuentes de agua (círculos negros, "pumps").

- a) ¿Cuál creen que era la intención de John Snow al esquematizar estos datos?
- b) ¿Observan algún patrón en esta distribución espacial de dichos datos?

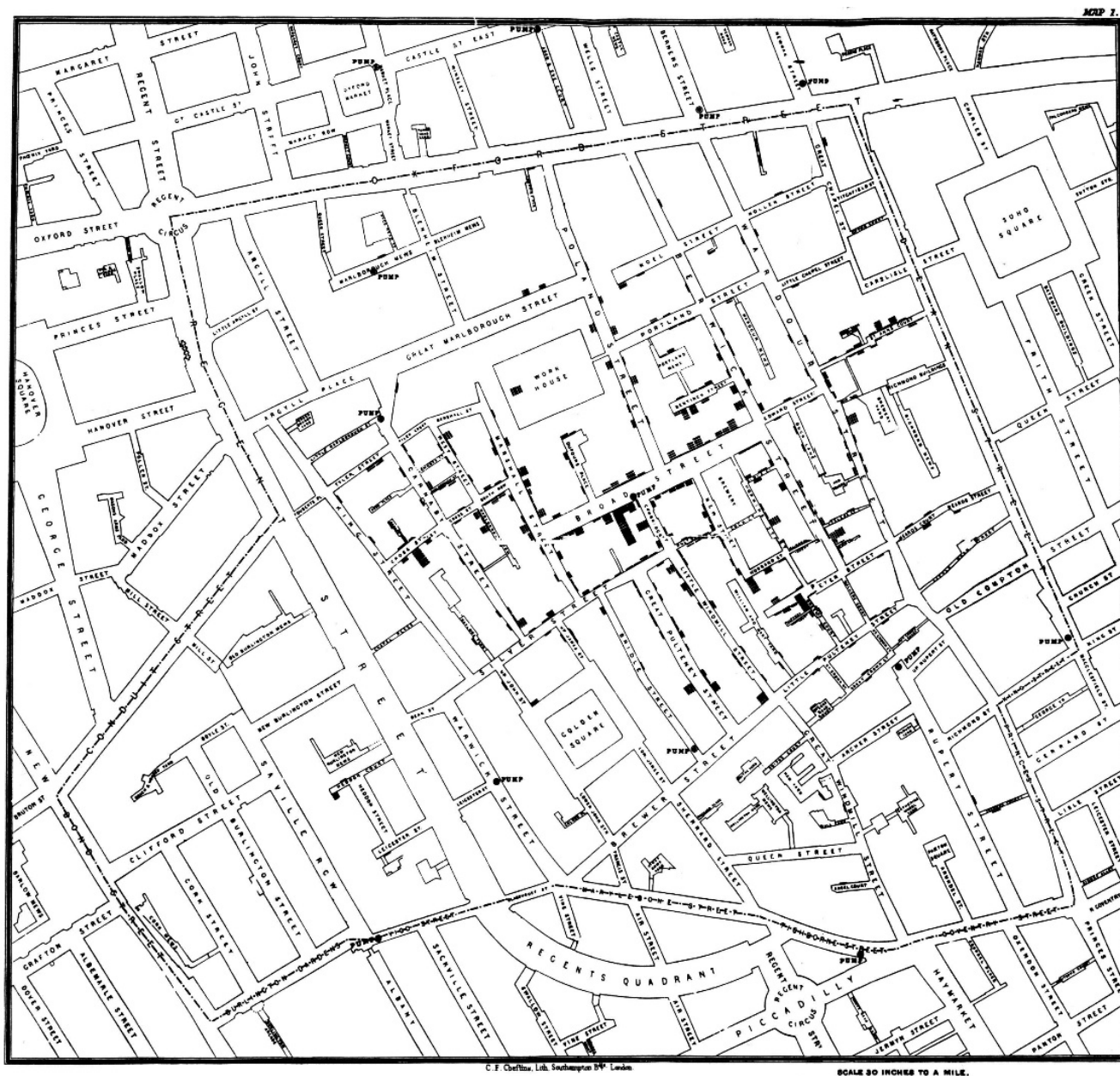


Figura 3. Mapa de mortalidad por el cólera de Jon Snow, en el distrito de Soho, Londres (1854).

Continuando con otro ejemplo que forma parte de la historia de la Epidemiología, proponemos un recorrido por el bucle iterativo de la investigación (Mente Disciplinada) a través de la famosa historia del Dr. John Snow: la determinación de un problema (muertes por cólera en el distrito de Soho, Londres); la búsqueda de potenciales causas (fuente del consumo de agua); el diseño de una intervención (suspensión de la fuente de agua en la calle donde se concentraba la mayor cantidad de muertes); y evaluación de resultados (disminución de la incidencia de mortalidad en el distrito tras la intervención). Incluso sin siquiera imaginar los fundamentos microbiológicos que se descubrirían décadas después, John Snow aplicó un proceso lógico de inferencia a partir de la observación atenta del patrón de distribución de los datos.

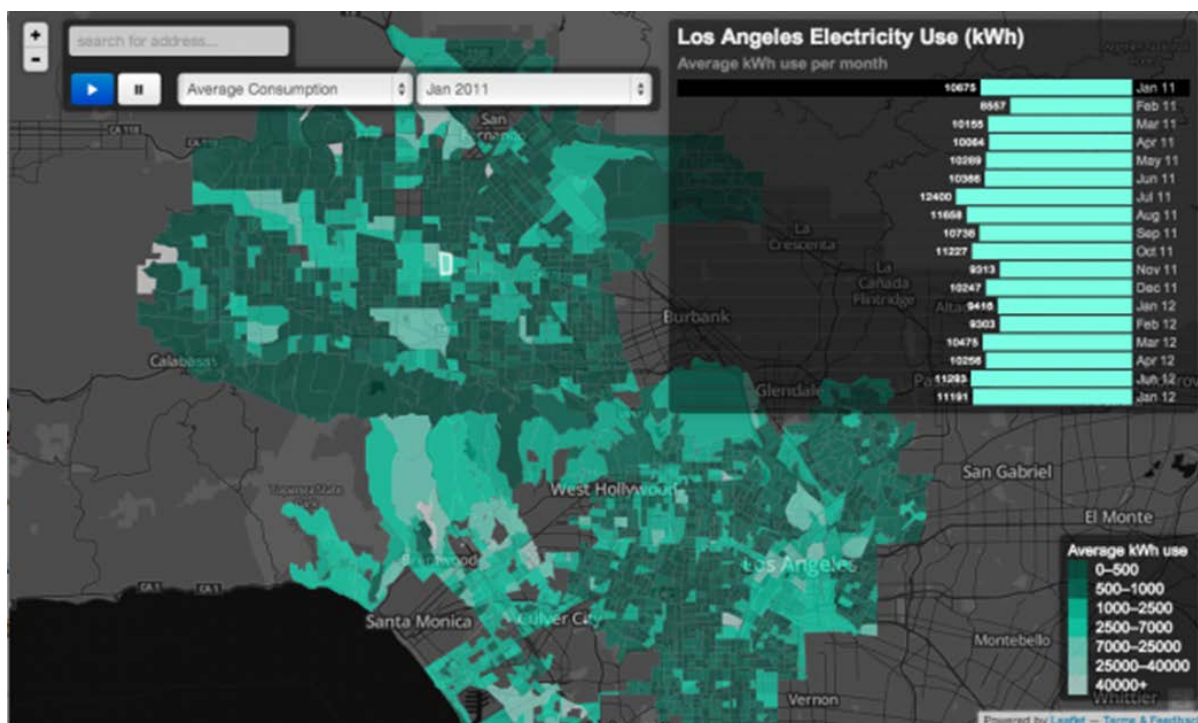
3.3 Actividad 3 (área: Tecnología)

El siguiente mapa muestra el consumo eléctrico promedio (kilowatts por hora) en diferentes regiones alrededor de la ciudad de los Ángeles, en 2011.

- ¿Qué relación consideran que existe entre este mapa y la estadística?
- ¿Qué utilidad les parece que pueden tener este mapa y otros similares? ¿Conocen alguna forma parecida de visualizar información?
- ¿Cómo les parece que ha impactado el desarrollo tecnológico en el manejo y visualización de datos?

Figura 4. Mapa digital del consumo eléctrico de Los Angeles, California (enero de 2011).

Como ejemplo de una aplicación directa de la visualización de datos en un



aspecto netamente pragmático, como lo es un servicio de suministro eléctrico, invitamos a los alumnos a reflexionar sobre el abanico de opciones que abrió el desarrollo computacional en relación con las representaciones gráficas (Mente Creativa). Más aún, la posibilidad del análisis en tiempo real aumenta la velocidad en la toma de decisiones y resolución de eventos imprevistos, a la vez que alimenta la demanda social de soluciones inmediatas.

3.4 Actividad 4 (área: Historia)

Teniendo en cuenta, aspectos de la historia universal, si se analizan los posibles motivos del fracaso de las campañas napoleónicas hacia Rusia, el ingeniero civil Charles Maynard incorpora ingeniosamente cuatro variables en una única representación visual (Mente Sintética), publicada en 1869. En este gráfico poco convencional y multifacético podemos inferir que la mayor tasa de reducción en la

cantidad de tropas es previa al impacto de la variable climática, contrario a la hipótesis dominante de la época de que el crudo invierno había sido la crucial causa de la derrota. De esta forma, mostramos a los estudiantes que la astuta integración visual de múltiples datos es más potente que la mera suma de las partes, lo cual puede sugerir hipótesis inesperadas, basadas en la evidencia (Mente Disciplinada).

El siguiente esquema fue realizado por el ingeniero civil Charles Minard en 1861, y representa las campañas de Napoleón Bonaparte hacia Rusia en los años 1812-1813.

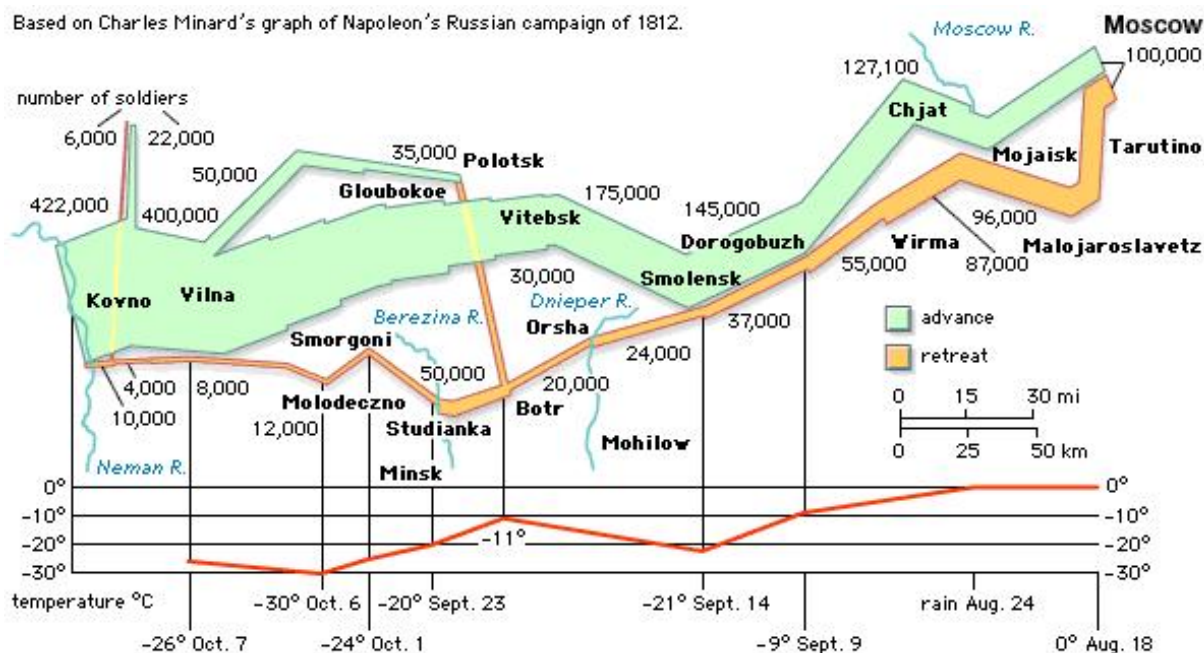
- Según los conocimientos previos que ustedes tienen, ¿qué le sucedió a Napoleón y su Gran Armada en esta famosa campaña?*
- ¿Qué les parece que intenta comunicar Charles Minard a través de este gráfico informativo?*

Figura 5. Adaptación del gráfico de Charles Minard (1861), sobre las campañas napoleónicas hacia Rusia.

3.5 Actividad 5 (área: Salud Global)

Miremos con atención el siguiente extracto del documental The Joy of Stats (BBC, 2010), en el que Hans Rosling nos muestra “las estadísticas en movimiento”.

Based on Charles Minard's graph of Napoleon's Russian campaign of 1812.

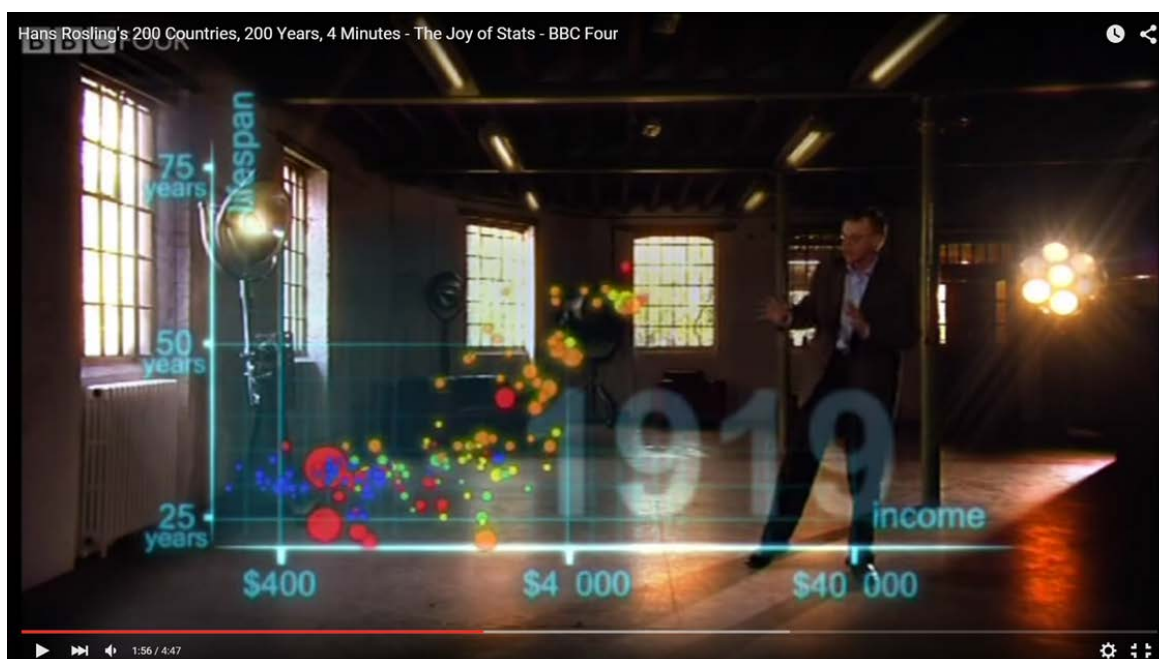


- ¿Qué semejanzas y diferencias encuentran entre esta representación y aquella de Nightingale?*

b) ¿Qué impacto creen que ha tenido el desarrollo de las tecnologías en las formas de representar y visualizar “las historias que los números tienen para contar”?

Figura 6. Captura de un extracto del documental *The Joy of Stats* (2010), por Hans Rosling. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=jbkSRLYSojo>

En conjunto con su equipo técnico de la fundación *Gapminder*, el profesor Hans Rosling nos presenta estadísticas públicas en movimiento a través del tiempo, potenciando la comprensión de tendencias del desarrollo de los países de todas las regiones del mundo. A través de este instrumento interactivo (Mente Creativa),



abordamos con los alumnos temáticas de trascendencia para el campo de la Estadística: la influencia de la tecnología en el análisis y comunicación de las historias detrás de los números, las implicancias de los gráficos como resumen -y por ende pérdida- de información, y el acceso libre y global a los datos (Mente Ética y Mente Respetuosa).

3.6 Actividad 6 (área: Ciencias de la Comunicación)

En este caso presentamos dos situaciones posibles:

El siguiente recorte proviene de un artículo en The Daily Telegraph (julio de 2005) que intenta comparar las ventas de este diario frente a su principal competidor, The Times.

¿Pueden advertir cuál es la tergiversación en este gráfico? ¿Qué efecto/impacto tiene en los lectores?

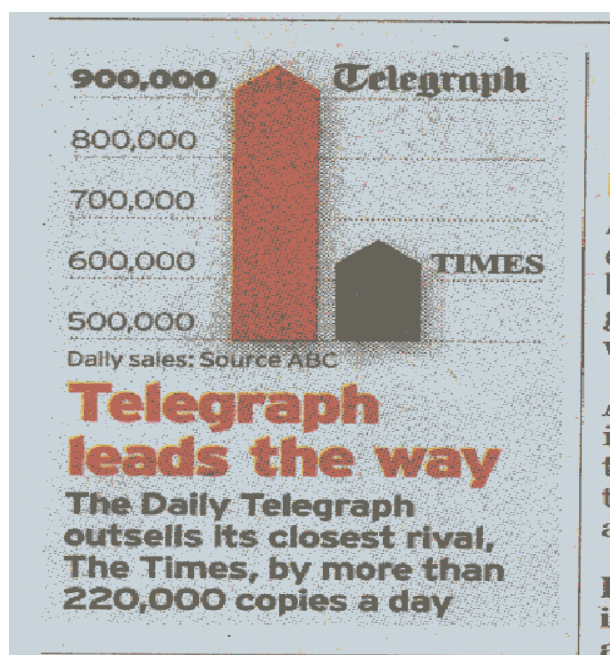


Figura 7. Recorte de un artículo periodístico de *The Daily Telegraph* (2005).

El siguiente recorte proviene de un artículo en *Los Angeles Times* (agosto de 1979) que intenta mostrar la reducción del porcentaje de médicos dedicados a la medicina familiar, junto con una proyección hacia el futuro de la tendencia.

¿Pueden advertir cuál es la tergiversación en este gráfico? ¿Qué efecto/impacto tiene en los lectores?

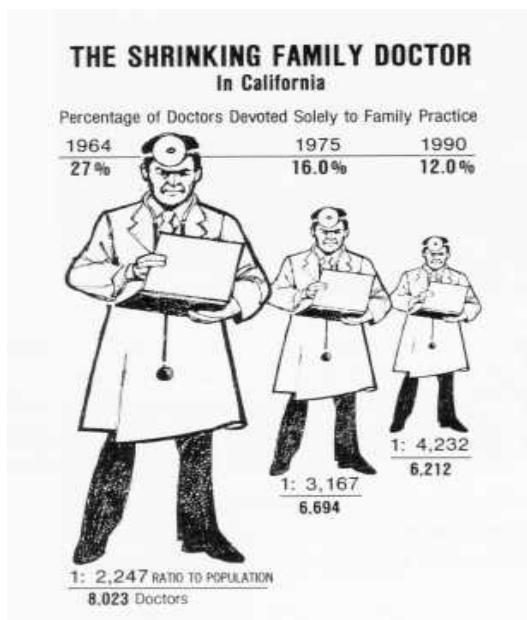
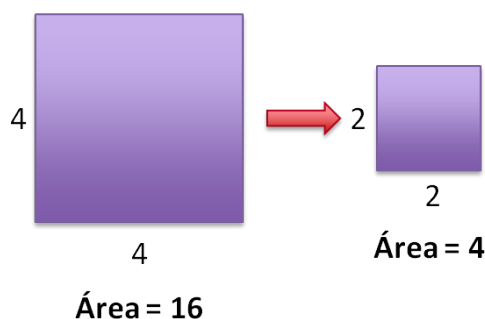


Figura 8. Recorte de un artículo periodístico de *Los Angeles Times* (1979).

En esta última parte de la secuencia didáctica discutimos con los alumnos algunos casos de tergiversación visual, tomando dos ejemplos de los medios masivos de comunicación escrita. En el primer artículo de 2005 del *Daily Telegraph*, se intenta comparar las ventas de este diario frente a su principal competidor, *The Times*, empleando un gráfico que posee un eje truncado que exagera la diferencia. En el segundo artículo de 1979 de *Los Angeles Times*, se muestra la reducción del porcentaje de médicos dedicados a la medicina familiar, junto con una proyección hacia el futuro de la tendencia. Aquí la tergiversación es más sutil, pues se intenta demostrar la reducción de una única dimensión (“porcentaje”) a través de una reducción proporcional de una imagen en dos dimensiones (representación del médico). Al representarse una reducción de una única dimensión en una imagen de dos dimensiones, la variación se torna mucho más impactante a los ojos del lector, como muestra el siguiente esquema:



Mediante estos casos podemos acercar a los estudiantes a un concepto cada vez más presente en la Estadística: la ética en la recolección y transmisión de datos (Mente Ética y Mente Respetuosa).

4. Resultados y Conclusiones

Al llevar adelante esta propuesta en el aula, los participantes se mostraron predispuestos a participar y debatir en base a las preguntas disparadoras alrededor de cada uno de los casos presentados. En el curso de grado de Bioestadística, más de la mitad se animó a compartir sus impresiones y reflexiones en torno a las visualizaciones y tergiversaciones mostradas en secuencia. Los alumnos debatieron sobre las propuestas realizadas bajo una modalidad de aula-taller, mostrando interés en la discusión sobre temas ajenos a la currícula. La secuencia didáctica fue introducida durante el desarrollo de la unidad sobre estadística descriptiva, que comprende representaciones gráficas y estimación puntual, y se encuentra en la transición entre la teoría de distribuciones y la estadística inferencial.

En las “Quintas Jornadas del Departamento de Matemática” del Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González”, la totalidad de ellos debatió cada una de las representaciones e incluso transfirieron sus conclusiones a otros ejemplos y contextos disciplinares como la geografía, la política y la economía. En esta ocasión,

la modalidad fue también de aula-taller. Al comienzo, los participantes se mostraron escépticos ante una propuesta diferente a las que estaban habituados, pero en el transcurso de la actividad mencionada, fueron modificando su visión en relación con la utilidad de este tipo de metodología y análisis de datos. Finalmente, estas diversas visiones les permitieron identificar la importancia y aplicabilidad de estas competencias en el marco de una cultura estadística en el siglo XXI.

En ambas situaciones la duración de la actividad fue de una hora, con breves minutos previos a la discusión de cada caso para que los participantes lo analizaran solos o de a pares. Consideramos que este tipo de estrategias pedagógicas abordan el contenido con un foco en los objetivos de aprendizaje que intentamos alcanzar para nuestros estudiantes: que logren una mirada crítica tanto desde la utilización como desde la interpretación de las representaciones gráficas en la Estadística Descriptiva. Sumadas a otras estrategias similares a lo largo del curso, puede ayudar a construir lo que Ron Ritchhart (2015) llama una “cultura de pensamiento” en el aula, haciendo visibles y transparentes las reflexiones que surgen en tal contexto.

En conclusión, la secuencia didáctica presentada en este trabajo resulta de utilidad para transmitir a los alumnos el impacto que puede tener la visualización de la información en nuestras opiniones y decisiones cotidianas y profesionales. La importancia cada vez mayor de la tecnología, de la ciencia y de los medios de comunicación en las sociedades modernas ha favorecido el desarrollo de la comunicación visual en forma vertiginosa. Una imagen vale más que mil palabras. De la misma manera, una imagen vale más que mil datos.

Bibliografía

- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G., Contreras, M. (2011). *Las tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales*. *Números*, 76 (1), 55–67.
- Bain, K. (2004). *What the best college teachers do*. Primera edición, Harvard University Press. Estados Unidos.
- Bain, K. (2012). *What the best college students do*. Primera edición, Harvard University Press. Estados Unidos.
- Cantoral, R. (2013). *Teoría socioepistemológica de la Matemática Educativa*. Primera Edición, Gedisa. Barcelona.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Tercera edición (2011), Basic Books. Estados Unidos.
- Gardner, H. (2008). *Five minds for the future*. Primera edición, Harvard Business Press. Estados Unidos.
- Perkins, D. (1992). *Smart schools*. Primera edición, The Free Press. Estados Unidos.
- Ponteville, C. (2014) *¿Para qué enseñamos Estadística?* *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27(1) 517-525.
- Ponteville, C., Nuñez, M., Granchetti, H., Reynoso, M., Seifert, E. (2014). *Enseñar Bioestadística en carreras de Ciencias de la Salud*. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 27(1), 1265-1271.

Ritchhart, R. (2015). *Creating cultures of thinking*. Primera edición, Jossey-Bass. Estados Unidos.

Autores:

Granchetti, Hugo. Farmacéutico (Universidad de Buenos Aires).

Ayudante de Primera, Cátedra de Matemática, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires. hgranchetti@ffyb.uba.ar

Ponteville, Christiane. Magister en Ciencias en Matemática Educativa (Instituto Politécnico Nacional, México). Profesora Adjunta, Cátedra de Matemática, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

Nuñez, Myriam. Licenciada en Matemática. Doctora en Farmacia y Bioquímica (Universidad de Buenos Aires). Profesora Titular, Cátedra de Matemática, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.