

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/339433944>

# Contar una historia con datos: El arte de su visualización

Technical Report · May 2022

DOI: 10.13140/RG.2.2.23093.63208

CITATIONS

0

READS

19,888

2 authors:



**Gumersindo Feijoo**

University of Santiago de Compostela

539 PUBLICATIONS 16,762 CITATIONS

SEE PROFILE



**María Teresa Moreira**

University of Santiago de Compostela

532 PUBLICATIONS 16,880 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



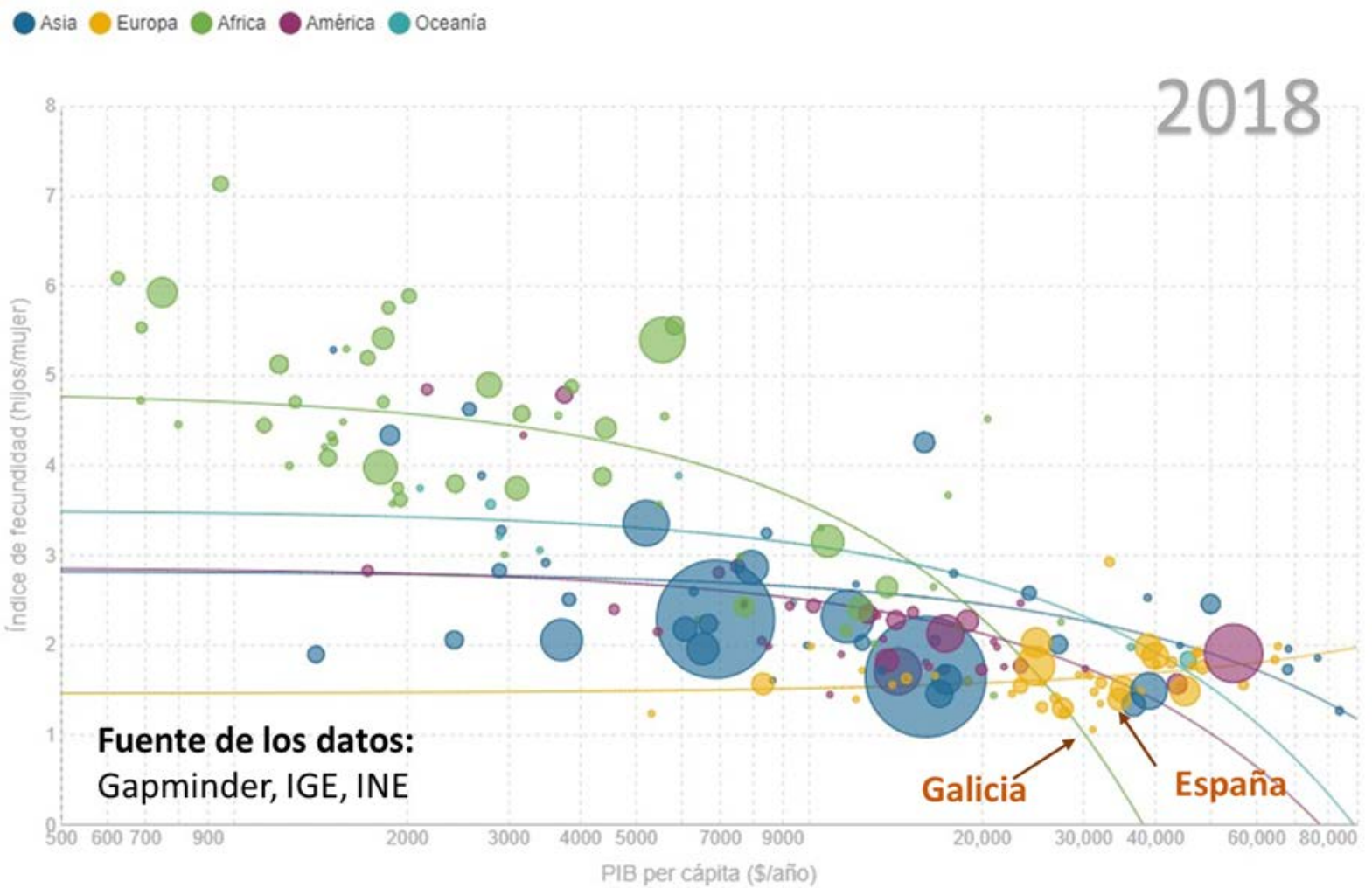
LIFE AQUAENVEC [View project](#)



WooBADh [View project](#)

CONTAR UNA HISTORIA CON DATOS

EL ARTE DE LA VISUALIZACIÓN DE DATOS EN FLOURISH



Mayo 2022

## **Autores**

*Gumersindo Feijoo*

Grupo de Biotecnología Ambiental. Departamento de Ingeniería Química

Centro Interdisciplinar en Tecnologías Ambientales (CRETUS)

Universidad de Santiago de Compostela

Correo-e: [gumersindo.feijoo@usc.gal](mailto:gumersindo.feijoo@usc.gal)

LinkedIn & Twitter: @feijoo\_costa

Portal Investigación: [GUMERSINDO FEIJOO COSTA - Universidade de Santiago de Compostela \(usc.gal\)](#)

*María Teresa Moreira*

Grupo de Biotecnología Ambiental. Departamento de Ingeniería Química

Centro Interdisciplinar en Tecnologías Ambientales (CRETUS)

Universidad de Santiago de Compostela

Correo-e: [maite.moreira@usc.gal](mailto:maite.moreira@usc.gal)

Portal Investigación: [MARIA TERESA MOREIRA VILAR - Universidade de Santiago de Compostela \(usc.gal\)](#)

### **Páginas web:**

Biogroup: [www.usc.gal/biogroup](http://www.usc.gal/biogroup)

Departamento: [www.usc.gal/enxqu](http://www.usc.gal/enxqu)





CRETUS: [www.usc.gal/cretus](http://www.usc.gal/cretus)



---

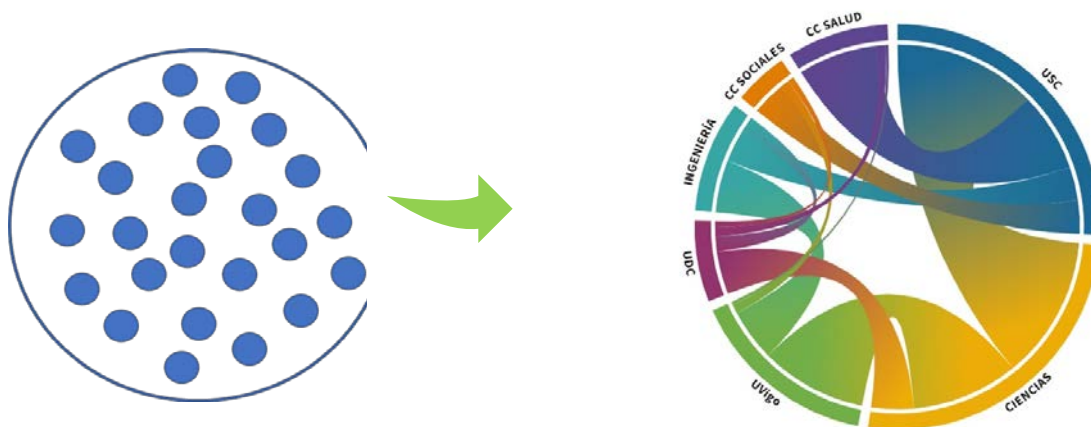
## Índice

1. PARADIGMA EN LA VISUALIZACIÓN DE DATOS	4
2. ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	6
3. APLICACIÓN FLOURISH	11
4. CASOS PRÁCTICOS	14
4.1. Caso A. Gráfico relacional: visualización de los datos en un Ranking	14
4.2. Caso B. Gráfico de jerarquía: visualización de la producción científica	17
4.3. Caso C. Gráfico de Burbujas: sistema multiparámetro	21
4.4. Caso D. Mapas: Geolocalización de los datos	30
4.5. Caso E. Gráfico de redes: colaboración entre investigadores y universidades	33
4.6. Caso F. Diagrama bidimensional - Cuadrante de Gartner	38
4.7. Caso G. Gráficos combinados: mapa y barras	42
4.8. Caso H. Gráficos combinados: pictogramas	43
5. REFERENCIAS	47

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

## 1. PARADIGMA EN LA VISUALIZACIÓN DE DATOS





Los cambios actuales en el campo de la visualización de datos están derivados fundamentalmente por dos fuerzas impulsoras (Figura 1): (i) la gran cantidad de datos que se generan en cualquier disciplina, alcanzando en algunos casos valores de “Big Data”; (ii) la disponibilidad de herramientas que permiten la integración y visualización efectiva de los datos para alcanzar una gestión efectiva de los mismos. De hecho, muchos de los modelos de negocio empresariales están evolucionando a una orientación de análisis de datos, ya que disponer de información fidedigna es determinante para una adecuada toma de decisiones.



**Figura 1.** *La gran cantidad de datos necesita una visualización tal que permita un análisis sencillo de los mismos*

Al igual que un buen cuento, novela o relato implica saber hilar una historia con palabras, una buena visualización de los datos implica saber contar una historia con los datos, convirtiéndose en un arte en el cual es necesario seguir un procedimiento que combine tanto el diseño de la historia como la herramienta adecuada. Esta herramienta nos permitirá visualizar el diseño seleccionado.

En este manual simplificado se propone una metodología con las etapas para una visualización de datos que facilite su análisis. MS Excel (u otras hojas de cálculo) incluye funcionalidades de representación de datos; por ejemplo, en las últimas versiones la mayor parte de las actualizaciones han sido realizadas en los epígrafes relacionados con la visualización. Ahora

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

bien, conocer otras herramientas específicas de diseño pueden permitir una representación de los datos más allá de las capacidades de herramientas de “Office”, introduciéndonos en el mundo de la infografía. En disciplinas como Periodismo o Ciencias de la Comunicación este tipo de herramientas se incluyen como elemento básico en su formación. Obviamente, este manual está dirigido fundamentalmente a disciplinas de Ciencias e Ingeniería para tener una mayor variedad de opciones a la hora de realizar una presentación o artículos mediante la evolución del tipo de gráficos, permitiendo capacidades ampliadas a las que proporciona MS Excel. La plataforma sobre la que se centrará los casos prácticos es el software Flourish<sup>1</sup>, desarrollada por Duncan Clark y Robin Houston.

---

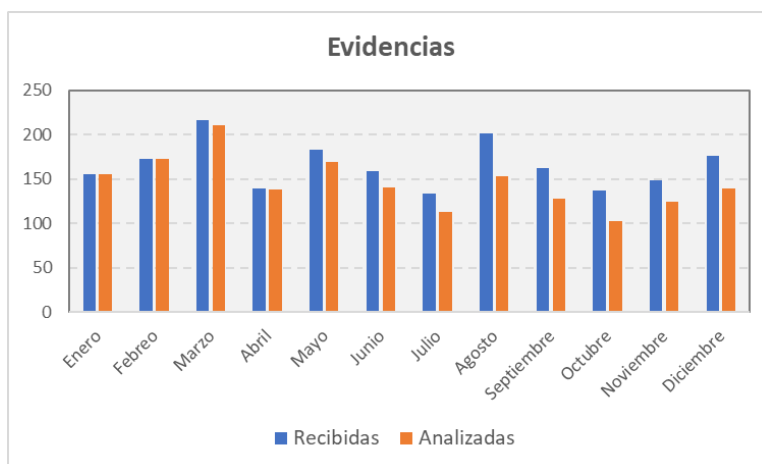
<sup>1</sup> <https://flourish.studio/>

## 2. ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES

### Centrar el discurso con los datos

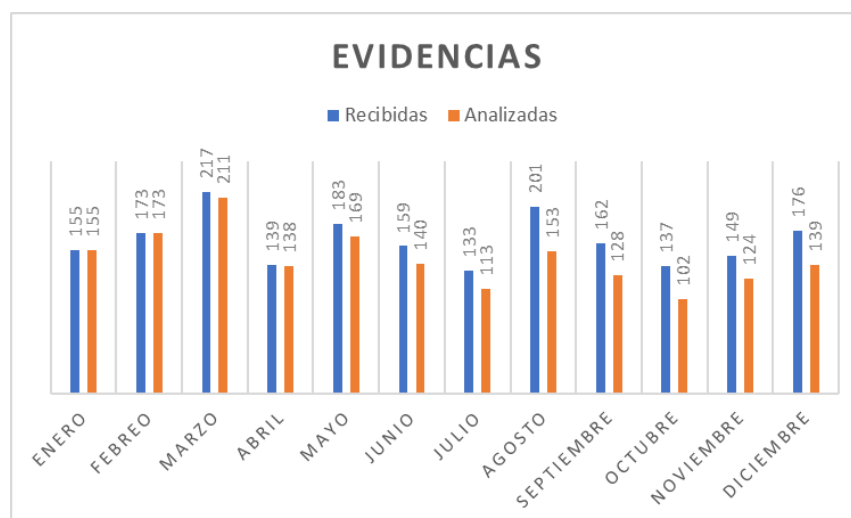
Una falta de planificación con las metas que se quieren alcanzar en la visualización de los datos puede llevar a usar las herramientas disponibles como un mero repositorio de datos. Así, al monitorizar la efectividad de un sistema de análisis de evidencias en función del número, se puede considerar inicialmente un gráfico de barras verticales que se genera muy fácilmente en MS Excel (Figura 2). No cabe duda de que esta figura aporta mucha información, pero el entorno no es amigable ya que el lector debe realizar un esfuerzo considerable para reconocer los datos de la tabla en la figura y, consecuentemente, la deducción de conclusiones es bastante ardua.

Evidencias		
Mes	Recibidas	Analizadas
Enero	155	155
Febreo	173	173
Marzo	217	211
Abril	139	138
Mayo	183	169
Junio	159	140
Julio	133	113
Agosto	201	153
Septiembre	162	128
Octubre	137	102
Noviembre	149	124
Diciembre	176	139



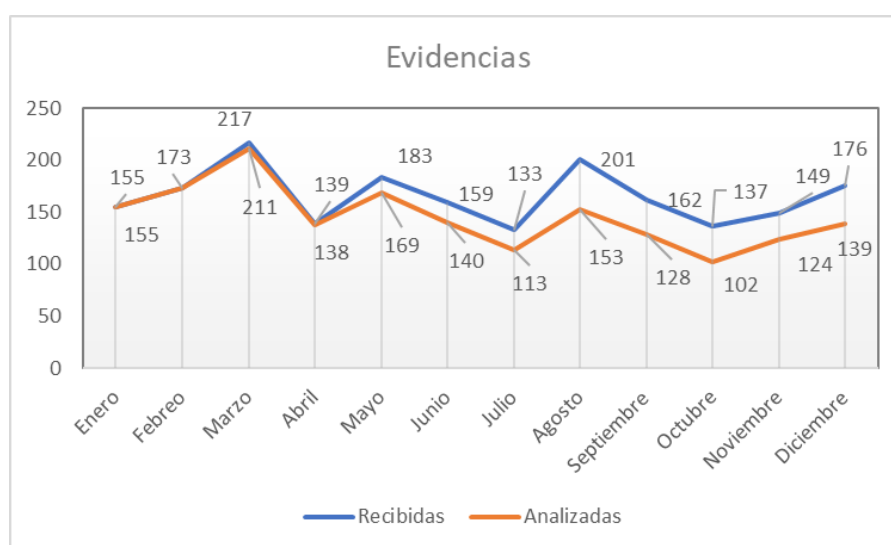
**Figura 2.** Gráfico de barras sencillo para la representación de las evidencias recibidas y analizadas correctamente a lo largo de un año por la unidad encargada de su gestión

MS Excel (versión 2010 o superiores) es capaz de proponer automáticamente diversos diseños manteniendo el mismo tipo de gráfico (Figura 3). En esta nueva figura ya existe una mejor configuración en la exposición de los datos de la tabla, ya que permite vislumbrar la diferencia de efectividad en cada uno de los meses. De todas formas, sigue existiendo un exceso de información que obstaculiza el fin último del análisis, esto es, la evolución temporal de la efectividad en el tratamiento de las evidencias.



**Figura 3.** Gráfico de barras propuesto por MS Excel 2017 de forma automática

Evolucionar a un gráfico de líneas (sin añadir marcadores) puede ser una buena idea para introducir la evolución temporal del tratamiento de las evidencias (Figura 4). Con este gráfico se visualiza perfectamente que es a partir de mayo cuando comienza a producirse una desviación entre las evidencias recibidas para su gestión y a aquellas que son analizadas correctamente. También se observa que esa desviación va aumentando paulatinamente hasta estabilizarse a partir de agosto en una diferencia constante y, por tanto, sistemática.



**Figura 4.** El gráfico de líneas visualiza la evolución temporal del sistema

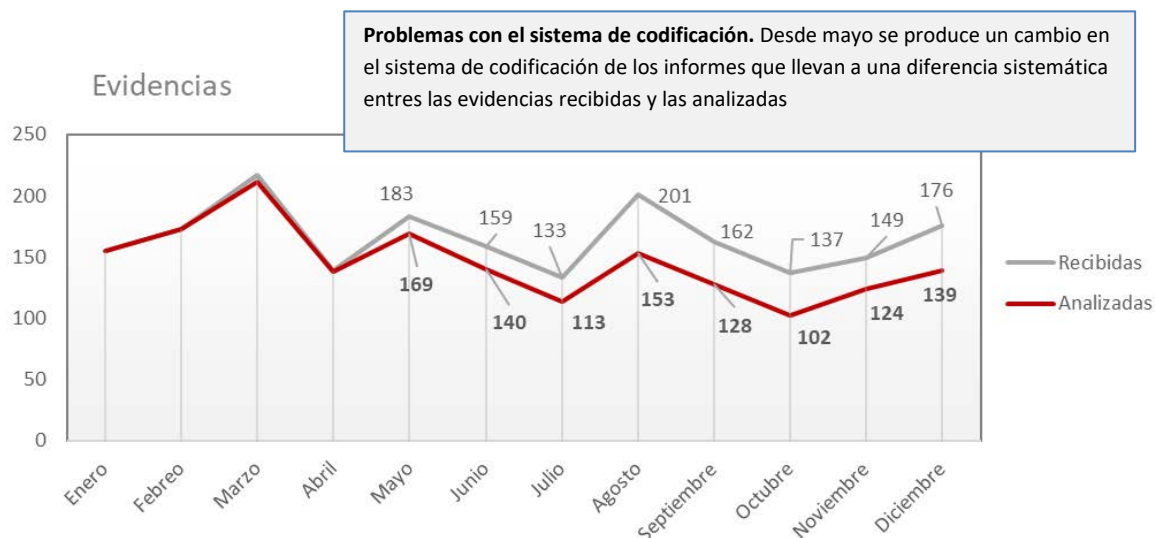


No obstante, sigue existiendo un cierto exceso de información que se traduce en un efecto de saturación con información no relevante. Así, la eliminación de algunas etiquetas de datos (Figura 5), junto con la presentación más destacada de las evidencias analizadas permite evolucionar a un gráfico que ya no es un repositorio de todos los datos, sino que se enfatizan aquellos que son relevantes para el análisis de la unidad.



**Figura 5.** Gráfico de líneas donde se ha depurado la información más relevante

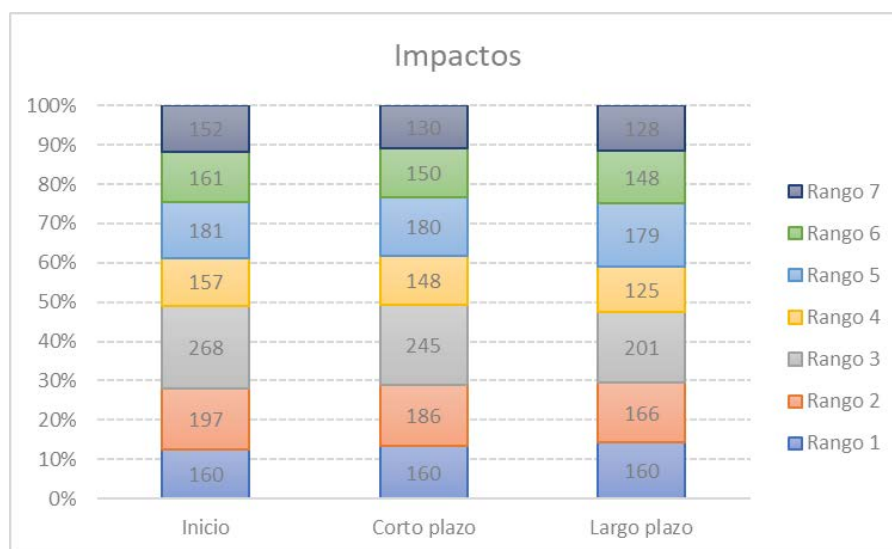
Una de las cuestiones que permite evolucionar a una infografía (esto es, una representación visual informativa o diagrama de textos escritos) que sirva de resumen ejecutivo implicaría la combinación de figuras y textos (Figura 6). En este último caso la infografía describe directamente tanto los elementos como las explicaciones esenciales propuestas en la meta inicial para el tratamiento y visualización de los datos.



**Figura 6.** Gráfico de líneas en la que se integra un texto con la explicación de la evolución

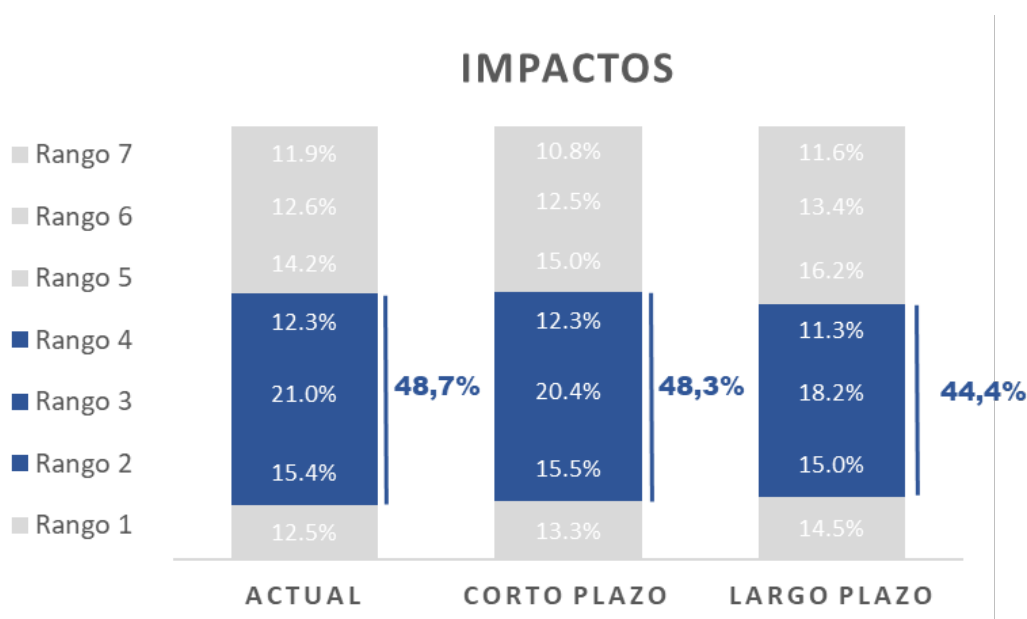
### Los colores señalan lo esencial

El exceso de colores sin un patrón definido dificulta claramente el seguimiento de la información que se quiere trasladar al lector, justo el objetivo contrario al inicialmente pretendido con una diferenciación cromática pronunciada. La Figura 7 muestra este problema, pues la estimación de los impactos a corto y medio plazo en diferentes rangos se ve dificultada por el notorio exceso de colorido, sin conocer si existe algún rango en el cual se necesite seguir especialmente su evolución por su relevancia.



**Figura 7.** El exceso de color implica una clara dificultad en el seguimiento de la información

Un pequeño cambio en los colores y en las etiquetas puede suponer una gran diferencia en la interpretación del gráfico de barras (Figura 8). La utilización de dos colores en el relleno de las barras supone una clasificación implícita de los impactos en dos tipos, siendo la intensidad del color una analogía de la importancia de los impactos y, por tanto, donde nos debemos centrar la atención. Además, el gráfico informa explícitamente la importancia del impacto acumulado por los rangos 2, 3 y 4, pues se añade el porcentaje acumulada en los tres.

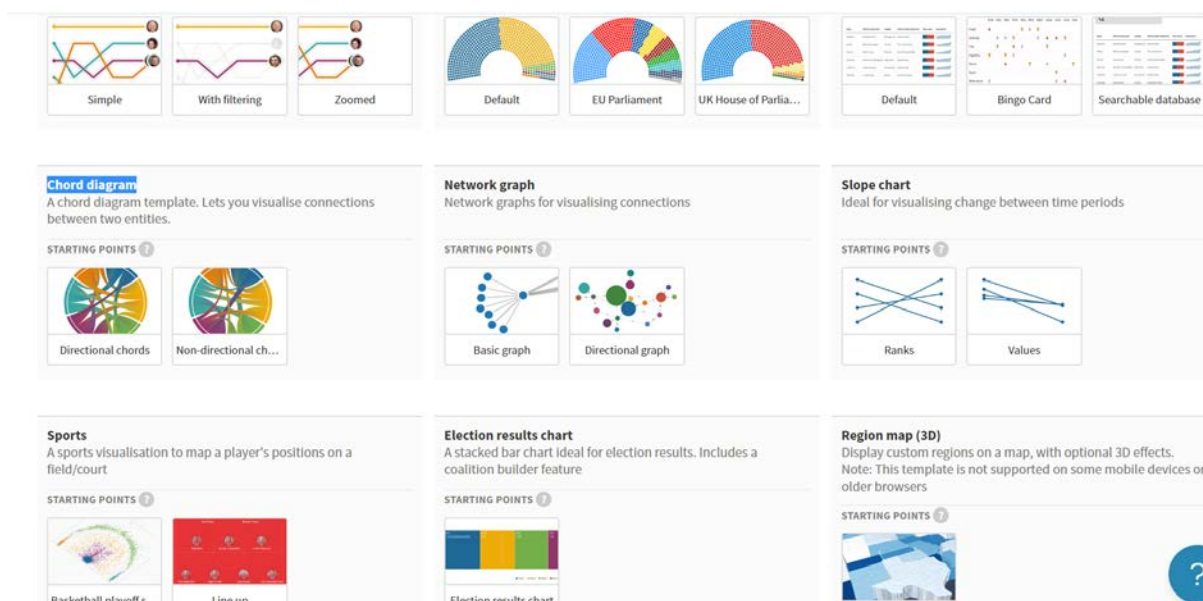


**Figura 8.** *Uso del color con un criterio definido (en este caso se relaciona con la mayor o menor importancia del impacto derivado de cada rango)*

### 3. APLICACIÓN EN FLOURISH

#### Elementos básicos

Flourish es una aplicación en la nube que tiene una excelente biblioteca de gráficos (muchos de ellos interactivos) que permiten mejorar significativamente la calidad de la visualización de las figuras que se emplean en las presentaciones, así como en los artículos científicos. La complejidad multiparamétrica de los análisis que necesita la investigación actual hace que junto con MS Excel se necesiten software que den respuesta a esta demanda creciente en el relato de la “historia de los datos”.



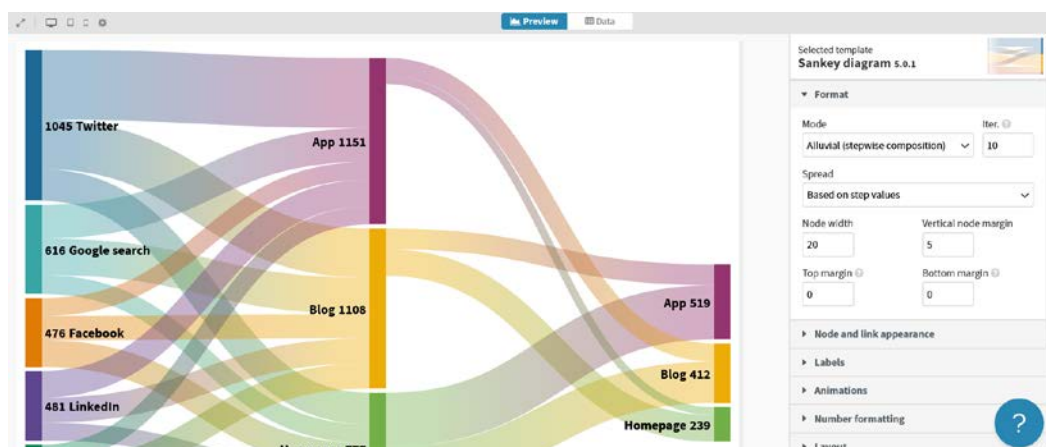
**Figura 9.** Una vez realizado el registro en la plataforma y pulsar “New visualization” surge una pantalla donde se recogen agrupados los diferentes tipos de gráficos clasificados según su tipología

Al pulsar en la pestaña de “New visualization” surge una pantalla donde se despliega los diferentes tipos de gráficos con una pequeña explicación del ámbito o posibilidades de aplicación (Figura 9). Al seleccionar cualquiera de ellos se entrará en una nueva pantalla de trabajo dividida en dos ventanas que se modifican en función de las dos pestañas principales:

- “Preview”: Pantalla donde se visualiza el gráfico a realizar. El ejemplo indicado en la Figura 10 corresponde al denominado “Sankey diagram”<sup>2</sup>. En la ventana derecha se

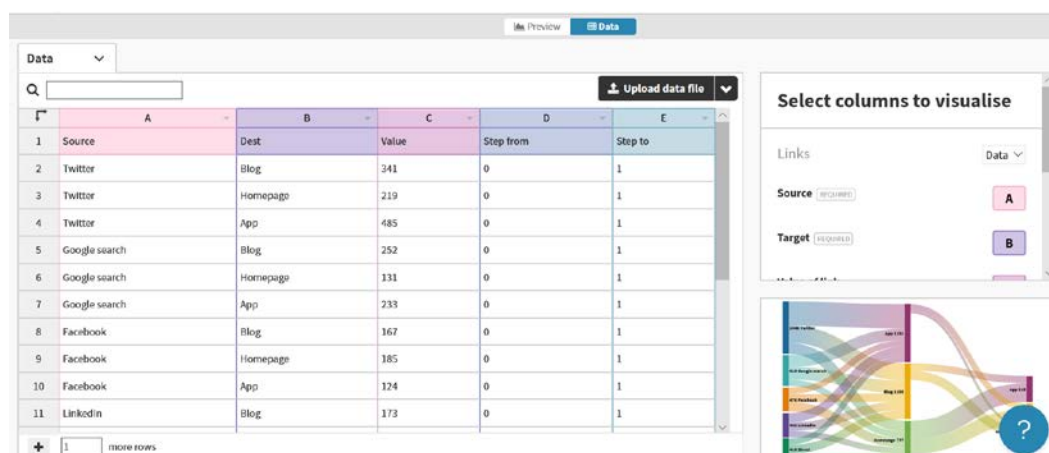
<sup>2</sup> Se emplea en la metodología del Flujo de Análisis de Materiales (MFA en inglés)

encuentra el menú con las diferentes opciones que permiten seleccionar las características tipográficas.







**Figura 10.** Ventanas de la pantalla “Preview”: (i) visualización de la figura y (ii) menú para el cambio de las características tipográficas

- “Data”: Pantalla donde se introducen, copian o cargan los datos (Figura 11). Consta de un sistema similar a una hoja de cálculo y de un menú que determina las columnas (o sea, datos) que finalmente se visualizarán en el gráfico.



**Figura 11.** Pantalla de introducción de los datos del gráfico seleccionado

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

Los gráficos realizados se pueden exportar en formato .jpg o .png. En algunos navegadores esta función presenta dificultades.

### Metodología para el diseño de una visualización

Con el objetivo de sacarle todo el partido a cualquier herramienta de visualización, sea tanto para hojas de cálculo como MS Excel como plataformas de diseño como Flourish, es importante seguir un proceso sistemático en el diseño. A continuación, se propone la metodología que hemos aplicado en los últimos años:



Definir la meta del proceso que determinará el diseño final. Definir el objetivo del mensaje o información que se quieren destacar con la visualización





Parámetros a incluir en el análisis pensando una distribución de los datos para un modelo cartesiano similar al empleado en una hoja de cálculo



Selección de la tipología de gráfico y del subgráfico que más se adapte a las necesidades de la visualización requerida



Realización del gráfico y configuración de las características tipográficas deseadas

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

## 4. CASOS PRÁCTICOS

### 4.1. Caso A. Gráfico relacional: visualización de los datos de un Ranking

El CSIC elabora un Ranking<sup>3</sup> de investigadores que realizan su trabajo tanto en Instituciones Españolas como Extranjeras en función del índice  $h^4$  obtenido a partir de su perfil público en la plataforma Google Académico. Al analizar el número de investigadores incluidos en el TOP5.000 se puede recoger los datos de la Tabla I en relación con los que tengan su afiliación en las universidades gallegas.

**Tabla I.** Número de investigadores e investigadoras de las tres universidades gallegas agrupados en función de la gran área de conocimiento a la que pertenecen

	CIENCIAS	CC SALUD	CC SOCIALES	INGENIERÍA
Universidad de Santiago de Compostela (USC)	47	26	11	11
Universidad de Vigo (UVigo)	35	1	3	17
Universidad de la Coruña (UDC)	14	3	2	5

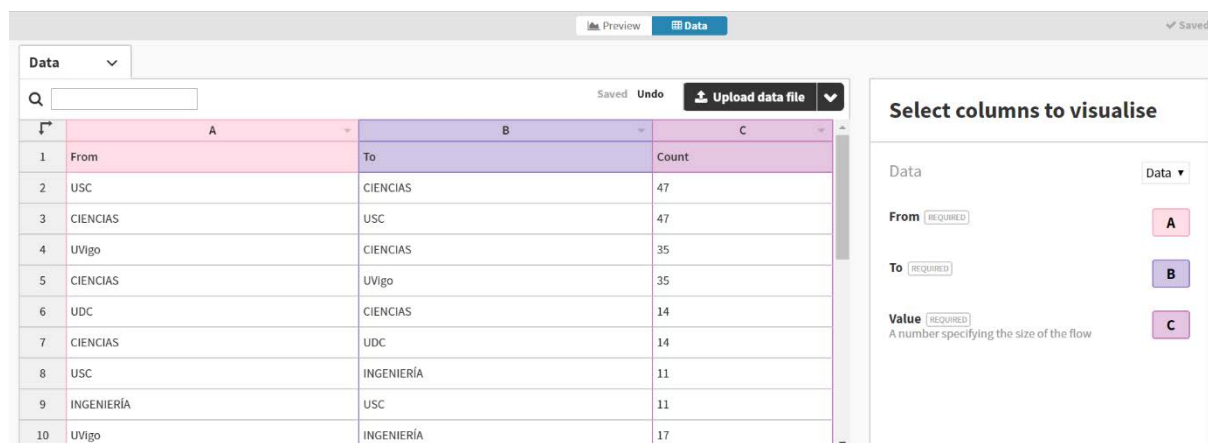
Las etapas en el proceso de diseño de la visualización son:

1. Meta: Evaluación comparativa o relacional en función de la gran área de conocimiento y de las universidades a las que están adscritos los investigadores presentes en el ranking
2. Parámetros: número de investigadores, gran área y universidad de adscripción.
3. Opción de gráfico: Relacional ("Chord diagram") de carácter direccional.

Una vez seleccionado el modelo correspondiente es necesario introducir los datos con las directrices adecuadas del gráfico considerado (Figura 12).

<sup>3</sup> <http://www.webometrics.info/es/node/24>

<sup>4</sup> Fue creado por Jorge Hirsch en el año 2005 con el objetivo de definir la excelencia en la investigación procurando un equilibrio entre la producción científica y el impacto de la misma. Un investigador tiene un índice  $h$  dado al publicar  $h$  trabajos con por lo menos  $h$  citas cada uno. Hirsch, J.E. (2005). "An index to quantify an individual's scientific research output". PNAS 102(46): 16569–16572.







**Figura 12.** Datos para el gráfico relacional, con la definición de las columnas adecuadas y la selección de las mismas para su visualización

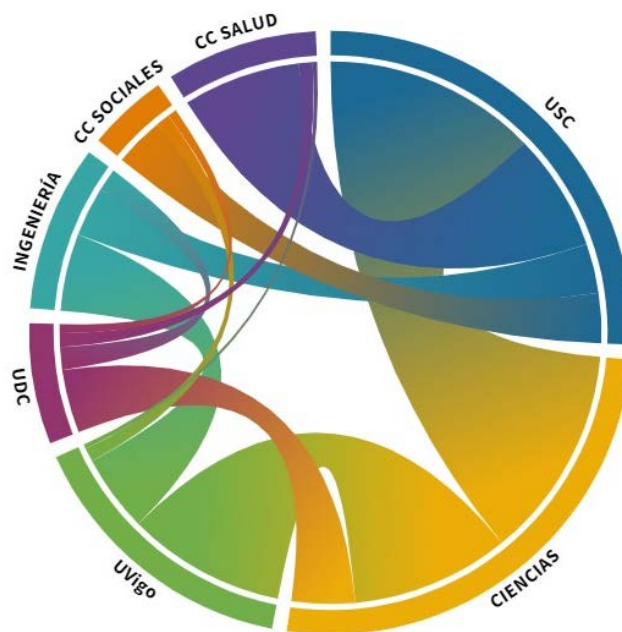
Al terminar de introducir los datos (el gráfico que se va formando se puede ver en el cuadro inferior derecho de la pantalla) tendremos el gráfico objetivo que al pulsar la pestaña “preview” se podrá observar y navegar sobre el mismo (Figura 13). De esta visualización se puede visualizar:

1. **“Benchmarking”**. El tramo de arco de la USC es superior al tramo de arco de UVigo y UDC, prácticamente representa la suma de los otros dos.
2. **Relación entre Áreas**. El Área de Ciencias tiene un mayor impacto en este ranking, casi equivale a la suma del resto.
3. **Interrelación entre parámetros**. La USC tiene la exclusividad en CC de la Salud y CC Sociales, y aproximadamente un 50 % en Ciencias e Ingeniería.

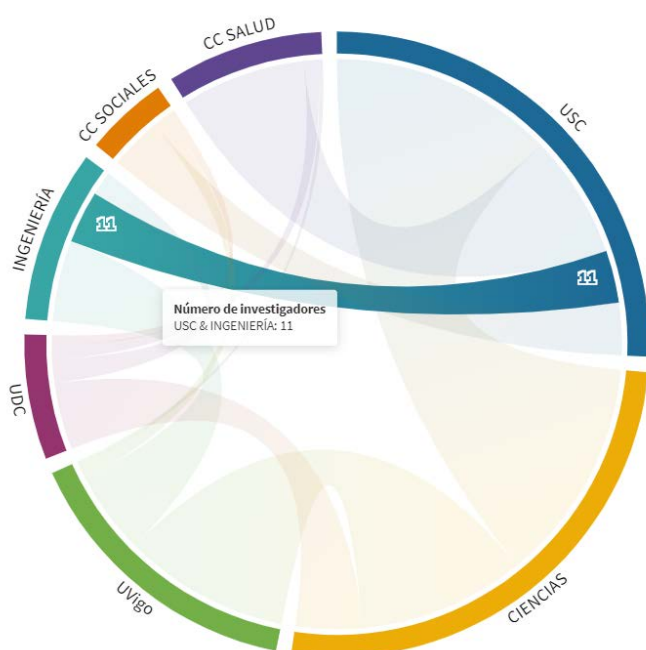


PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			





**Figura 13.** Gráfico relacional del número de investigadores de las tres universidades gallegas presentes en el TOP5.000 del ranking del CSIC en función de la gran área de conocimiento a la que están adscritos



El concepto de “navegación” por la figura, una de las funcionalidades más interesantes para utilizar en las presentaciones, implica que al desplazar el ratón sobre las áreas se resalta cada una de ellas con la denominación de la línea de flujo y sus valores (Figura 14).



**Figura 14.** Resultado de la navegación sobre el gráfico, donde se resalta las diferentes líneas de flujo.

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

## 4.2. Gráfico de jerarquía: visualización de la producción científica

Tener un resumen ejecutivo de los indicios de calidad de la actividad investigadora es cada vez más relevante. En las convocatorias de proyectos competitivos de la Agencia Estatal de Investigación se indica en el Currículo Vitae Abreviado (CVA) un apartado específico para señalar los indicadores de calidad.

Uno de los indicadores que se manejan en la investigación son el número de artículos publicados en revistas JCR<sup>5</sup>, donde cada una de ellas están recogidas en una o más categorías o campos científicos (por ejemplo, “Agricultural Engineering, Chemical Engineering, Food Technology, Water Resources”, etc.) y son identificadas con un factor de impacto anual<sup>6</sup>. Por lo tanto, la meta sería visualizar de forma compacta una lista de publicaciones que tendría un investigador como las que se señalan en la tabla II.

**Tabla II.** Lista del número de artículos publicados en diferentes revistas indicando el campo o campos científicos del JCR

Revista (Columna A)	Campo Científico (Columna B)	FI	Número
J CLEAN PROD	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	6.395	26
J CLEAN PROD	ENVIRONMENTAL SCIENCES	6.395	26
STOTEN	ENVIRONMENTAL SCIENCES	5.589	28
INT J LIFE CYCLE ASS	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	4.838	19
INT J LIFE CYCLE ASS	ENVIRONMENTAL SCIENCES	4.838	19
RESOUR CONSERV RECY	ENVIRONMENTAL SCIENCES	7.044	9
J ENVIRON MANAGE	ENVIRONMENTAL SCIENCES	4.865	7
BIORESOURCE TECHNOL	AGRICULTURAL ENGINEERING	6.669	5
BIORESOURCE TECHNOL	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	6.669	5
BIORESOURCE TECHNOL	ENERGY AND FUELS	6.669	5
BIOTECHNOL LETT	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	2.154	7
WATER RES	WATER RESOURCES	7.913	6
WATER RES	ENVIRONMENTAL SCIENCES	7.913	6
WATER RES	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	7.913	6
BIOTECHNOL PROG	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	2.406	6





<sup>5</sup> JCR: Journal Citation Report - <https://clarivate.com/webofsciencegroup/solutions/journal-citation-reports/>

<sup>6</sup> El factor de impacto o índice de impacto mide la frecuencia con la que una revista ha sido citada en un año concreto. Es un indicador que permite comparar revistas y evaluar la importancia relativa de una revista dentro de un mismo campo científico. Se calcula con la siguiente fórmula:  $X = Y/Z$

X = Factor de impacto de la revista en el año “n”





Y = Número de citas recibidas por la revista en el año “n” de los artículos publicados en el año “n-1” y “n-2”

Z = Número de artículos publicados en la revista en el año “n-1” y “n-2”

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			
BIOCATAL BIOTRANSFOR	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	1.627	5
IND CROP PROD	AGRICULTURAL ENGINEERING	4.191	1
INT BIODETER BIODEGR	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	3.824	3
J BIOTECHNOL	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	3.163	7
BIOCHEM ENG J	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	3.371	3
BIOCHEM ENG J	CHEMICAL ENGINEERING	3.371	3
BIODEGRADATION	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	2.534	4
BIOTECHNOL BIOENG	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	4.260	4
CHEMOSPHERE	ENVIRONMENTAL SCIENCES	5.108	4
ENZYME MICROB TECHNOL	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	3.553	5
APPL MICROB BIOTECHNOL	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	3.670	3
FISH RES	FISHERIES	2.343	3
J INDUS ECOL	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	4.826	3
J INDUS ECOL	ENVIRONMENTAL SCIENCES	4.826	3
RENEW SUSTAIN ENERGY REV	ENERGY AND FUELS	10.556	3
WASTE MANAG	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	5.431	2
WASTE MANAG	ENVIRONMENTAL SCIENCES	5.431	2
APPL BIOCHEM BIOTECHNOL	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	2.140	2
APPL ENVIRON MICROB	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	4.077	3
BIOFUEL BIOPROD BIOR	ENERGY AND FUELS	4.224	2
BIOPROCESS BIOSYST ENG	CHEMICAL ENGINEERING	2.371	4
BIOMASS BIOENERG	AGRICULTURAL ENGINEERING	3.537	2
CHEM ENG J	CHEMICAL ENGINEERING	8.355	3
ENVIRON SCI POLICY	ENVIRONMENTAL SCIENCES	4.816	2
ENVIRON SCI TECHNOL	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	7.149	3
RENEW ENERG	ENERGY AND FUELS	5.439	2
TRENDS FOOD SCI TECHNOL.	FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY	8.519	1
PROCESS BIOCHEM	CHEMICAL ENGINEERING	2.883	2
APPL ENERG	ENERGY AND FUELS	8.246	1
DESALINATION	WATER RESOURCES	6.035	1
TRENDS BIOTECHNOL	BIOTECHNOLOGY & APPLIED MICROBIOLOGY	13.747	1
ENERG POLICY	ENERGY AND FUELS	4.880	2
J HAZAR MATER	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	7.650	2
CHEM ENG J	ENVIRONMENTAL ENGINEERING	8.355	2

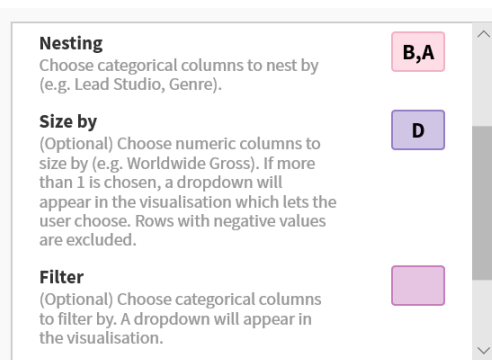
Los resultados de aplicar las etapas en el proceso de diseño de la visualización son:

1. Meta: Tener una representación en diferentes tipos de gráficos del número de artículos publicados en revistas JCR.

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

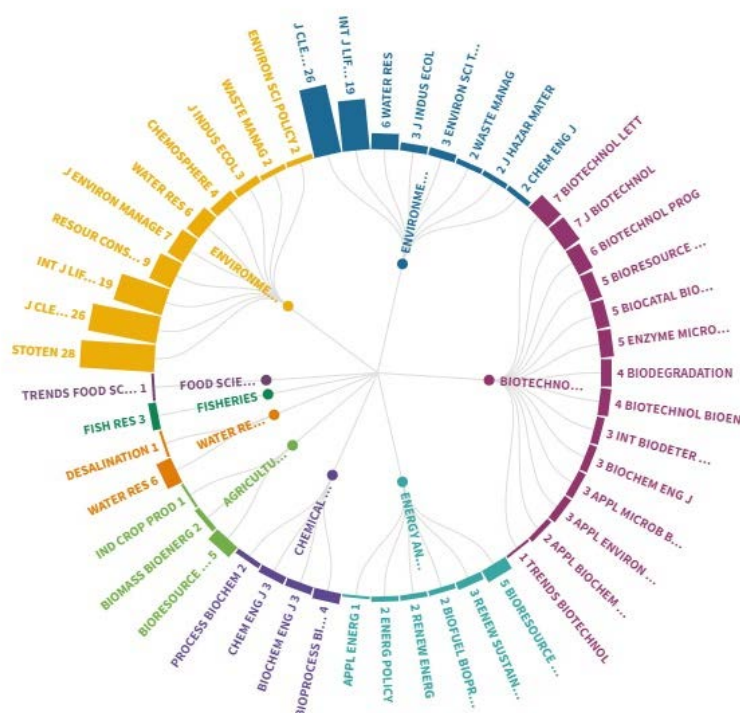
2. Parámetros: el campo científico o categoría donde se incluye la revista, índice de impacto y número de artículos publicados en cada revista
3. Opción de gráfico: Jerarquía (“Hierarchy”) que permite una visualización priorizada de los datos.

Una vez seleccionado el modelo correspondiente se introducen los datos con las directrices del gráfico considerado. En este caso se ha seleccionado el modelo radial y el campo científico como primer nivel de visualización de la jerarquía (Columna B), con un segundo nivel estaría el nombre de la revista (Columna A). El orden en la visualización puede ser por el número de artículos o el factor de impacto (Figura 14 y 15).



**Figura 13.** Definir o nivel de jerarquía

**Figura 14.** Los artículos se distribuyen en un círculo o sector en función de las categorías y el número de artículos publicados en cada una de las revistas.



PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------

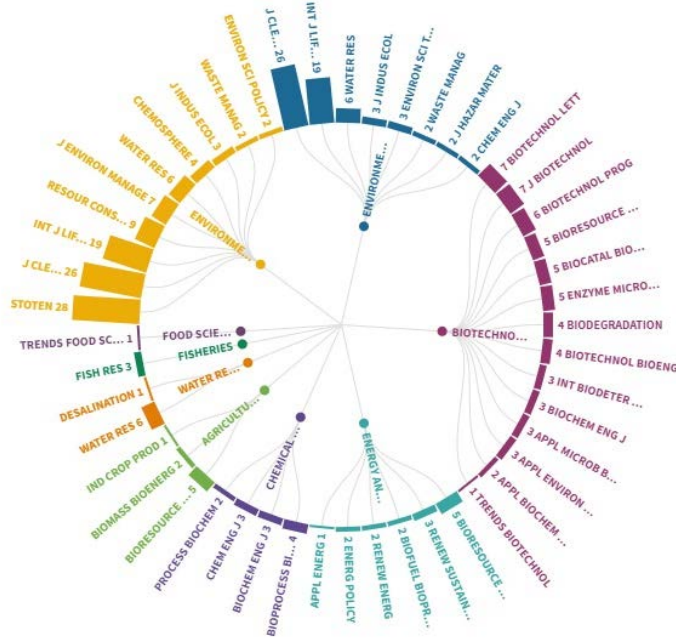


Figura 15. Los artículos también se pueden distribuir en función de las categorías y el factor de impacto de cada una de las revistas

Dado que el lector puede no estar familiarizado con los índices de impacto de las revistas en cada campo científico y, por tanto, la relevancia de la revista en cada campo, se puede combinar la figura con un texto adicional que ayude en este sentido (Figura 16). Estos últimos efectos se pueden realizar en otro software; por ejemplo, MS PowerPoint.

Revistas JCR en las que se publica la investigación

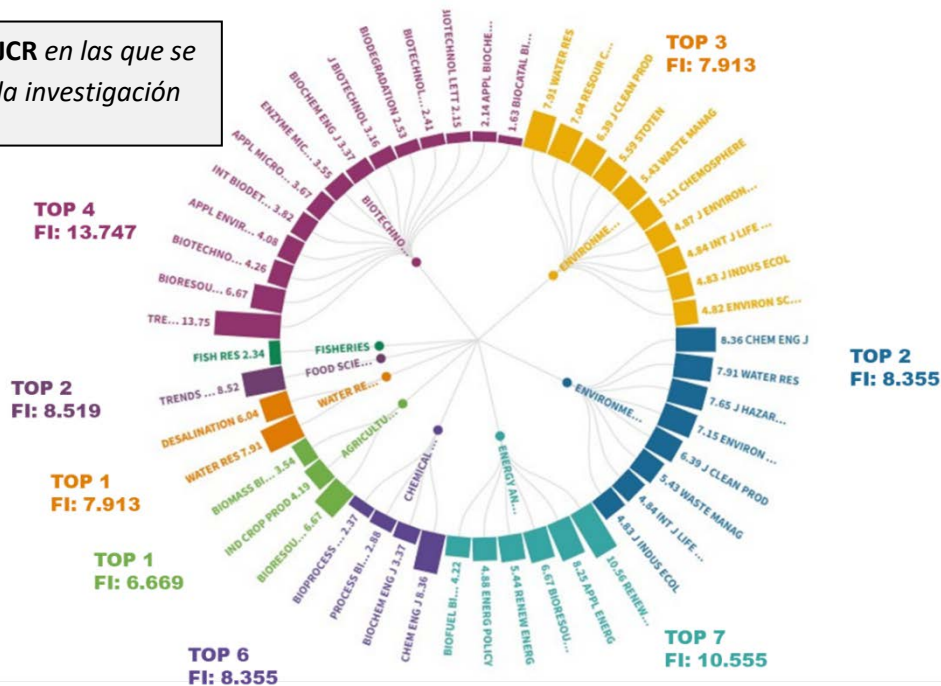
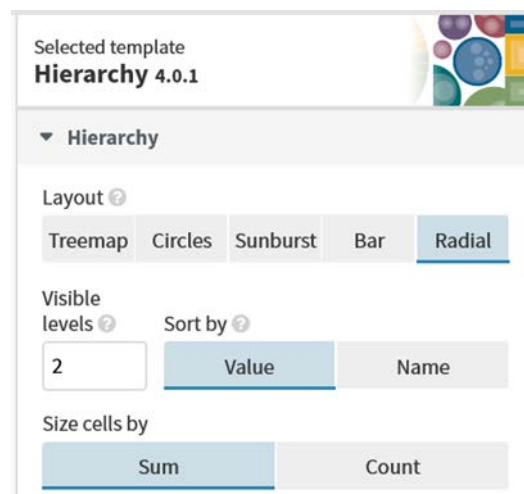


Figura 16. Visualización final donde se indica una referencia de la relevancia del FI

Esta modalidad de gráfico permite realizar una modificación de la visualización con un solo clic (Figura 17): “Treemap” (sobre un tablero rectangular existe una subdivisión sucesiva en cada uno de los niveles; “Circles” (la misma idea, pero en base a círculos con tamaño proporcional de cada uno de los parámetros); “Sunburst” (dos anillos concéntricos con sectores relacionados con cada parámetro); “Bar” (gráfico de barras donde los diversos tramos son función del número de artículos).



**Figura 17.** *Diversas opciones de representación para el modelo jerárquico*

### 4.3. Caso C. Gráfico de burbujas: sistema multiparamétrico





El gráfico de burbujas es un gráfico de dispersión que permite aumentar de 2 variables (x e y valores típicos de una dispersión bidimensional) hasta 3 dimensiones numéricas (z corresponde al tamaño de la burbuja). Además, permite dos criterios adicionales de identificación: el nombre de cada burbuja y el color de un grupo que comparta la misma característica.

Este tipo de gráficos son muy adecuadas cuando se analizan variables a comparar entre países:

- Dimensión x: PIB *per cápita*
- Dimensión y: variable principal a analizar
- Dimensión z: tamaño de la población de cada país
- Color de la burbuja: continente del país
- Nombre de la burbuja: cada país

La fundación sin ánimo de lucro Gapminder<sup>7</sup> con sede en Estocolmo tiene en acceso abierto diferentes tipos de datos con el objetivo de promover opiniones fundamentadas en datos y no estereotipos. Además, tiene una potente herramienta gráfica para para analizar diferentes tipos de datos de diferentes países en forma de secuencia temporal.

<sup>7</sup> [www.gapminder.org/whc](http://www.gapminder.org/whc)

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

Para ejemplarizar la potencialidad de un gráfico de burbujas se presenta el análisis de la dispersión entre el índice de fecundidad (hijos por mujer) y el PIB *per cápita* (\$/año) entre los diferentes países (Tabla III). En los países occidentales el índice de fecundidad es uno de los indicadores que se sigue con más preocupación, pues los problemas demográficos a medio y largo plazo afectarán a todos los sectores económicos.

**Tabla III.** Índice de fecundidad vs. PIB *per cápita* para cada país ([www.gapminder.org](http://www.gapminder.org)). También se indica la población total. Para efectos comparativos se ha mostrado la situación para Galicia, cuyos valores se han obtenido de: (i) índice de fecundidad- periódico Expansión<sup>8</sup>, (ii) la población total - Instituto Gallego de Estadística<sup>9</sup>; (iii) el PIB *per cápita* -Instituto Nacional de Estadística<sup>10</sup>.

País (en inglés)	Continente	PIB <i>per cápita</i> (\$/año)	Índice de fecundidad (hij@s/mujer)	Población
Galicia	Europa	31.247	1,05	2.699.499
<i>Afghanistan</i>	Asia	1.870	4,33	36.400.000
<i>Albania</i>	Europa	12.400	1,71	2.930.000
<i>Algeria</i>	África	13.700	2,64	42.000.000
<i>Angola</i>	África	5.850	5,55	30.800.000
<i>Antigua and Barbuda</i>	América	21.000	2,03	103.000
<i>Argentina</i>	América	18.900	2,26	44.700.000
<i>Armenia</i>	Asia	8.660	1,60	2.930.000
<i>Australia</i>	Oceanía	45.800	1,83	24.800.000
<i>Austria</i>	Europa	44.600	1,52	8.750.000
<i>Azerbaijan</i>	Asia	16.600	2,04	9.920.000
<i>Bahamas</i>	América	21.900	1,75	399.000
<i>Bahrain</i>	Asia	44.300	1,99	1.570.000
<i>Bangladesh</i>	Asia	3.720	2,05	166.000.000
<i>Barbados</i>	América	16.000	1,80	286.000
<i>Belarus</i>	América	17.200	1,72	9.450.000
<i>Belgium</i>	Europa	42.800	1,80	11.500.000
<i>Belize</i>	América	7.710	2,44	382.000
<i>Benin</i>	América	2.170	4,84	11.500.000
<i>Bhutan</i>	Asia	9.930	1,99	817.000
<i>Bolivia</i>	América	6.980	2,80	11.200.000

<sup>8</sup> <https://datosmacro.expansion.com/demografia/natalidad/espana-comunidades-autonomas/galicia>

<sup>9</sup> <https://www.ige.eu/web/index.jsp?paxina=001&idioma=gl>

<sup>10</sup> <https://www.ine.es/>

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------



<i>Bosnia and Herzegovina</i>	Europa	12.100	1,39	3.500.000
<i>Botswana</i>	África	16.500	2,64	2.330.000
<i>Brazil</i>	América	14.300	1,70	211.000.000
<i>Brunei</i>	Asia	76.900	1,85	434.000
<i>Bulgaria</i>	Europa	18.900	1,59	7.040.000
<i>Burkina Faso</i>	África	1.710	5,19	19.800.000
<i>Burundi</i>	África	691	5,53	11.200.000
<i>Cambodia</i>	Asia	3.830	2,50	16.200.000
<i>Cameroon</i>	África	3.170	4,57	24.700.000
<i>Canada</i>	América	43.800	1,56	37.000.000
<i>Cape Verde</i>	África	6.420	2,27	553.000
<i>Central African Republic</i>	África	689	4,72	4.740.000
<i>Chad</i>	África	1.860	5,75	15.400.000
<i>Chile</i>	América	23.400	1,76	18.200.000
<i>China</i>	Asia	16.000	1,64	1.420.000.000
<i>Colombia</i>	América	13.700	1,82	49.500.000
<i>Comoros</i>	África	1.440	4,20	832.000
<i>Congo, Dem. Rep.</i>	África	751	5,92	84.000.000
<i>Congo, Rep.</i>	África	5.620	4,54	5.400.000
<i>Costa Rica</i>	América	16.200	1,75	4.950.000
<i>Cote d'Ivoire</i>	América	3.760	4,78	24.900.000
<i>Croatia</i>	Europa	22.600	1,45	4.160.000
<i>Cuba</i>	América	20.000	1,72	11.500.000
<i>Cyprus</i>	Europa	32.200	1,34	1.190.000
<i>Czech Republic</i>	Europa	32.300	1,57	10.600.000
<i>Denmark</i>	Europa	46.600	1,76	5.750.000
<i>Dominican Republic</i>	América	15.200	2,36	10.900.000
<i>Ecuador</i>	América	10.200	2,43	16.900.000
<i>Egypt</i>	África	10.800	3,15	99.400.000
<i>El Salvador</i>	América	8.290	2,04	6.410.000
<i>Equatorial Guinea</i>	África	20.500	4,51	1.310.000
<i>Eritrea</i>	África	1.250	3,99	5.190.000
<i>Estonia</i>	Europa	29.500	1,66	1.310.000
<i>Ethiopia</i>	África	1.800	3,97	108.000.000
<i>Fiji</i>	Oceanía	9.420	2,47	912.000
<i>Finland</i>	Europa	40.300	1,78	5.540.000
<i>France</i>	Europa	39.000	1,97	65.200.000



PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------



<i>Gabon</i>	África	17.500	3,66	2.070.000
<i>Gambia</i>	África	1.570	5,29	2.160.000
<i>Georgia</i>	Europa	10.100	1,98	3.910.000
<i>Germany</i>	Europa	45.200	1,48	82.300.000
<i>Ghana</i>	África	4.380	3,87	29.500.000
<i>Greece</i>	Europa	25.500	1,30	11.100.000
<i>Grenada</i>	América	13.500	2,06	108.000
<i>Guatemala</i>	América	7.530	2,87	17.200.000
<i>Guinea</i>	África	1.280	4,70	13.100.000
<i>Guinea-Bissau</i>	África	1.550	4,48	1.910.000
<i>Guyana</i>	América	7.740	2,46	782.000
<i>Haiti</i>	América	1.710	2,82	11.100.000
<i>Honduras</i>	América	4.590	2,39	9.422.000
<i>Hungary</i>	Europa	26.900	1,40	9.690.000
<i>Iceland</i>	Europa	47.400	1,91	338.000
<i>India</i>	Asia	6.890	2,28	1.350.000.000
<i>Indonesia</i>	Asia	11.700	2,31	267.000.000
<i>Iran</i>	Asia	17.400	1,61	82.000.000
<i>Iraq</i>	Asia	15.900	4,25	39.300.000
<i>Ireland</i>	Europa	65.600	1,98	4.800.000
<i>Israel</i>	Europa	33.400	2,92	8.450.000
<i>Italy</i>	Europa	35.200	1,50	59.300.000
<i>Jamaica</i>	América	8.520	1,98	2.900.000
<i>Japan</i>	Asia	39.100	1,48	127.000.000
<i>Jordan</i>	Asia	8.450	3,24	9.900.000
<i>Kazakhstan</i>	Asia	24.200	2,57	18.400.000
<i>Kenya</i>	África	3.110	3,74	51.000.000
<i>Kiribati</i>	África	1.890	3,57	118.000
<i>Kuwait</i>	Asia	68.400	1,95	4.200.000
<i>Kyrgyz Republic</i>	Asia	3.490	2,91	6.130.000
<i>Lao</i>	Asia	6.310	2,59	6.960.000
<i>Latvia</i>	Europa	25.500	1,57	1.930.000
<i>Lebanon</i>	Asia	13.400	1,71	6.090.000
<i>Lesotho</i>	África	2.960	3,00	2.260.000
<i>Liberia</i>	África	801	4,45	4.850.000
<i>Libya</i>	África	18.300	2,20	6.470.000
<i>Lithuania</i>	Europa	30.400	1,67	2.880.000
<i>Macedonia, FYR</i>	Europa	14.000	1,55	2.090.000

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------







<i>Madagascar</i>	África	1.460	4,08	26.300.000
<i>Malawi</i>	África	1.130	4,44	19.200.000
<i>Malaysia</i>	Asia	27.200	2,00	32.000.000
<i>Maldives</i>	África	13.000	2,01	444.000
<i>Mali</i>	África	2.020	5,88	19.100.000
<i>Malta</i>	Europa	37.900	1,48	432.000
<i>Mauritania</i>	África	3.670	4,55	4.540.000
<i>Mauritius</i>	África	21.000	1,43	1.270.000
<i>Mexico</i>	América	17.300	2,12	131.000.000
<i>Micronesia, Fed. Sts.</i>	Oceanía	3.410	3,05	106.000
<i>Moldova</i>	Europa	5.330	1,23	4.040.000
<i>Mongolia</i>	Asia	12.100	2,67	3.120.000
<i>Montenegro</i>	Europa	16.600	1,65	629.000
<i>Morocco</i>	África	7.720	2,42	36.200.000
<i>Mozambique</i>	África	1.200	5,12	30.500.000
<i>Myanmar</i>	Asia	6.100	2,17	53.900.000
<i>Namibia</i>	África	10.500	3,30	2.590.000
<i>Nepal</i>	Asia	2.420	2,05	29.600.000
<i>Netherlands</i>	Europa	48.500	1,75	17.100.000
<i>New Zealand</i>	Oceanía	36.400	1,97	4.750.000
<i>Nicaragua</i>	América	5.470	2,14	6.280.000
<i>Niger</i>	África	949	7,13	22.300.000
<i>Nigeria</i>	África	5.570	5,39	196.000.000
<i>North Korea</i>	Asia	1.390	1,89	25.600.000
<i>Norway</i>	Europa	64.800	1,83	5.350.000
<i>Oman</i>	Asia	38.900	2,52	4.830.000
<i>Pakistan</i>	Asia	5.220	3,35	201.000.000
<i>Palestine</i>	Asia	2.700	3,88	5.050.000
<i>Panama</i>	América	23.400	2,46	4.160.000
<i>Papua New Guinea</i>	Oceanía	2.800	3,56	8.420.000
<i>Paraguay</i>	América	9.280	2,43	6.900.000
<i>Peru</i>	América	12.700	2,34	32.600.000
<i>Philippines</i>	Asia	7.960	2,86	107.000.000
<i>Poland</i>	Europa	27.700	1,29	38.100.000
<i>Portugal</i>	Europa	27.900	1,24	10.300.000
<i>Romania</i>	Europa	23.400	1,54	19.600.000
<i>Russia</i>	Europa	24.800	1,76	144.000.000
<i>Rwanda</i>	África	1.930	3,74	12.500.000

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------



<i>Samoa</i>	Oceanía	5.950	3,88	198.000
<i>Sao Tome and Principe</i>	América	3.190	4,33	209.000
<i>Saudi Arabia</i>	Asia	50.100	2,45	33.600.000
<i>Senegal</i>	Asia	2.570	4,62	16.300.000
<i>Serbia</i>	Europa	14.800	1,62	8.760.000
<i>Seychelles</i>	África	27.500	2,25	95.200
<i>Sierra Leone</i>	África	1.490	4,26	7.720.000
<i>Singapore</i>	Asia	83.900	1,26	5.790.000
<i>Slovak Republic</i>	Europa	31.400	1,47	5.450.000
<i>Slovenia</i>	Europa	30.900	1,65	2.080.000
<i>Solomon Islands</i>	Oceanía	2.110	3,74	623.000
<i>Somalia</i>	África	629	6,08	15.200.000
<i>South África</i>	África	12.300	2,40	57.400.000
<i>South Korea</i>	Asia	36.800	1,33	51.200.000
<i>South Sudan</i>	África	1.820	4,70	12.900.000
<i>Spain</i>	Europa	34.700	1,39	46.400.000
<i>Sri Lanka</i>	Asia	12.400	2,02	21.000.000
<i>St. Lucia</i>	América	10.900	1,44	180.000
<i>St. Vincent and the Grenadines</i>	América	11.400	1,89	110.000
<i>Sudan</i>	África	4.440	4,41	41.500.000
<i>Suriname</i>	América	13.200	2,32	568.000
<i>Swaziland</i>	África	7.600	2,98	1.390.000
<i>Sweden</i>	Europa	47.500	1,91	9.980.000
<i>Switzerland</i>	Europa	57.100	1,55	8.540.000
<i>Syria</i>	Asia	2.900	2,82	18.300.000
<i>Tajikistan</i>	Asia	2.920	3,27	9.110.000
<i>Tanzania</i>	África	2.780	4,89	59.100.000
<i>Thailand</i>	Asia	16.900	1,45	69.200.000
<i>Timor-Leste</i>	Asia	1.490	5,28	1.320.000
<i>Togo</i>	África	1.480	4,32	7.990.000
<i>Tonga</i>	África	5.500	3,56	109.000
<i>Trinidad and Tobago</i>	América	30.300	1,73	1.370.000
<i>Tunisia</i>	África	11.600	2,15	11.700.000
<i>Turkey</i>	Europa	24.900	2,02	81.900.000
<i>Turkmenistan</i>	Asia	17.900	2,79	5.850.000
<i>Uganda</i>	África	1.820	5,41	44.300.000
<i>Ukraine</i>	Europa	8.330	1,56	44.000.000

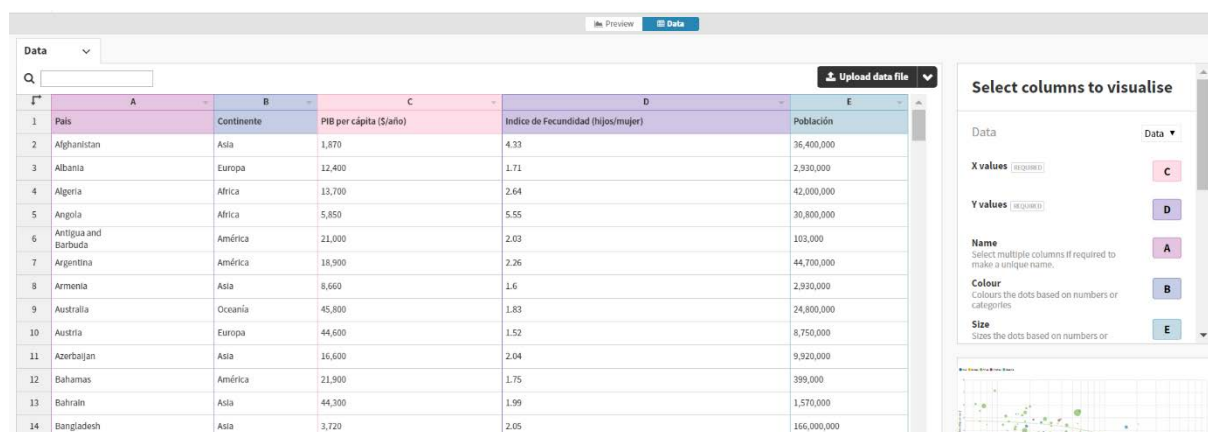
PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

<i>United Arab Emirates</i>	Asia	68.200	1,72	9.540.000
<i>United Kingdom</i>	Europa	40.100	1,87	66.600.000
<i>United States</i>	América	54.900	1,90	327.000.000
<i>Uruguay</i>	América	21.300	1,97	3.470.000
<i>Uzbekistan</i>	Asia	6.690	2,23	32.400.000
<i>Vanuatu</i>	Oceanía	2.900	3,20	282.000
<i>Venezuela</i>	América	14.200	2,27	32.400.000
<i>Vietnam</i>	Asia	6.550	1,95	96.500.000
<i>Yemen</i>	África	2.430	3,79	28.900.000
<i>Zambia</i>	África	3.870	4,87	17.600.000
<i>Zimbabwe</i>	África	1.950	3,61	16.900.000

Las etapas en el proceso de diseño de la visualización han sido:

1. Meta: Analizar la relación entre PIB *per cápita* y el índice de fecundidad (hijos por mujer) para cada país
2. Parámetros: PIB *per capita* (\$/año), índice de fecundidad (hijos por mujer), población total en cada país y continente al que pertenecen
3. Opción de gráfico: Diagrama de burbujas interactivo (Bubble Chart). Modelo de gráfica que permite una representación de hasta cinco parámetros de forma simultánea jugando con el tamaño y los colores de la burbuja.

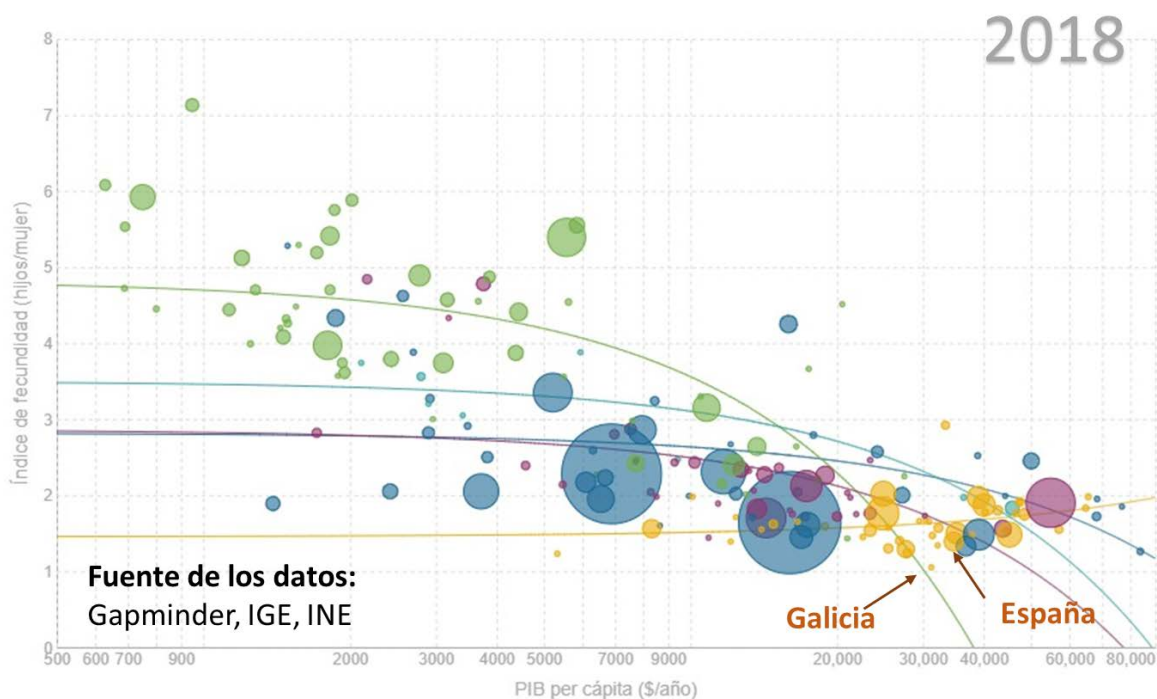
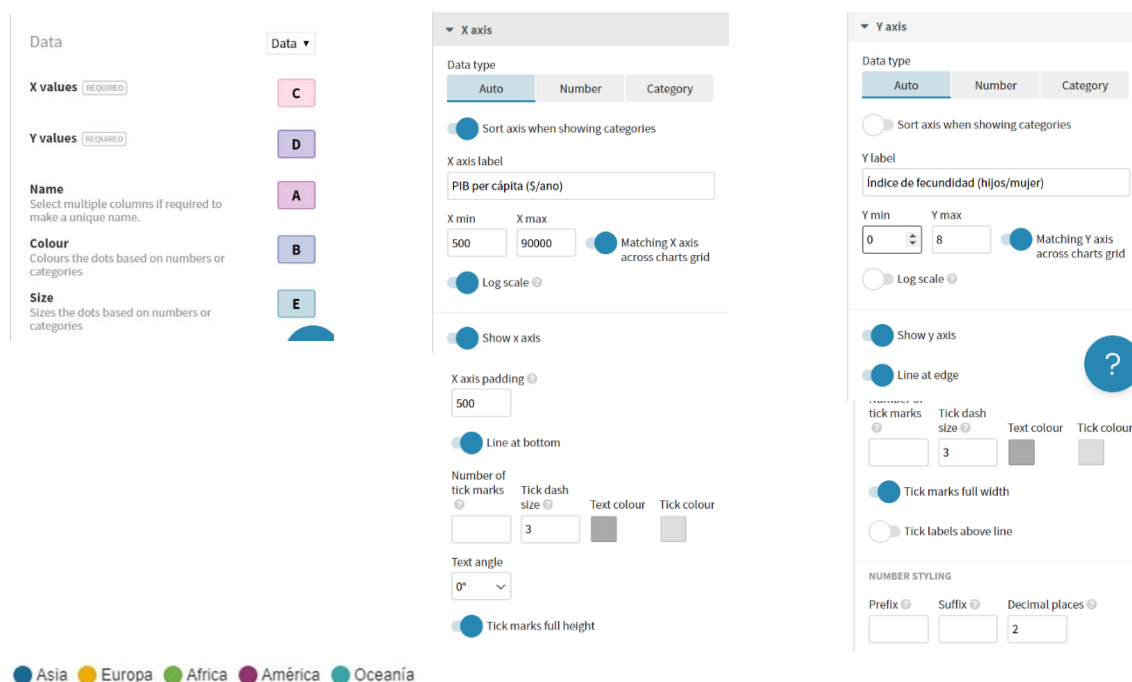
Una vez seleccionado el modelo correspondiente se introducen los datos con las directrices adecuadas del gráfico considerado (Figura 18).



	A	B	C	D	E
1	País	Continente	PIB per cápita (\$/año)	Índice de Fecundidad (hijos/mujer)	Población
2	Afghanistan	Asia	1,870	4.33	36,400,000
3	Albania	Europa	12,400	1.71	2,930,000
4	Algeria	África	13,700	2.64	42,000,000
5	Angola	África	5,850	5.55	30,800,000
6	Antigua and Barbuda	América	21,000	2.03	103,000
7	Argentina	América	18,900	2.26	44,700,000
8	Armenia	Asia	8,660	1.6	2,930,000
9	Australia	Oceanía	45,800	1.83	24,800,000
10	Austria	Europa	44,600	1.52	8,750,000
11	Azerbaijan	Asia	16,600	2.04	9,920,000
12	Bahamas	América	21,900	1.75	399,000
13	Bahrain	Asia	44,300	1.99	1,570,000
14	Bangladesh	Asia	3,720	2.05	166,000,000

**Figura 18.** Pantalla para la introducción de datos en el gráfico de burbujas

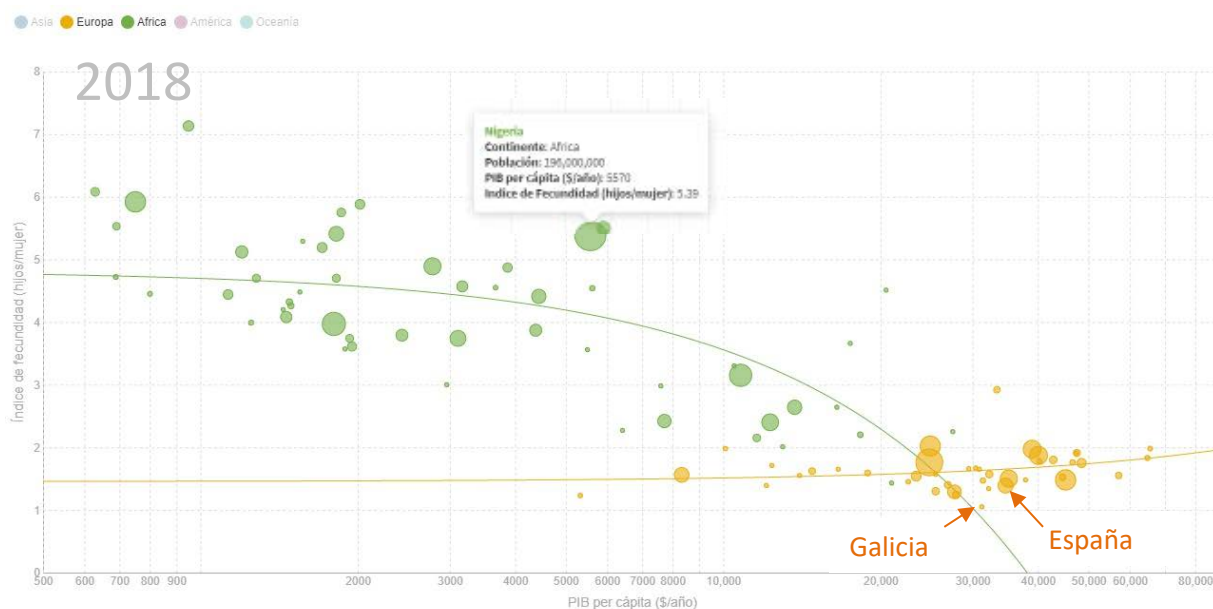
El resultado que se obtiene se muestra en la Figura 19 a partir de las siguientes características tipográficas:





**Figura 19.** Relación entre el índice de fecundidad y el PIB per cápita para diversos países para efectos comparativos también se indica el valor para Galicia

La Figura 19 muestra que al aumentar el PIB *per cápita* se reduce el índice de fecundidad. Para Galicia destaca el dato sorprendente de que el índice de fecundidad es el más bajo en comparación con todos los países analizados. Al tratarse de un gráfico interactivo se puede navegar por el gráfico (Figura 20):

- ✓ Al pulsar sobre la burbuja aparecen los datos de todos los parámetros.
- ✓ Al tener los países agrupados por continente, se puede realizar una selección de los que se representan pinchando sobre la leyenda.



**Figura 20.** Visualización de los datos para los países europeos y africanos, con sus correspondientes líneas de tendencia. En la figura se muestran los datos de Nigeria al pulsar sobre la misma

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

#### 4.4. Caso D. Mapas: Geolocalización de los datos





El cambio climático es una de las preocupaciones medioambientales que más ha impactado en la sociedad en los últimos años, alcanzando en todas las capas de la sociedad. El Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) nº 13 hace referencia a esta amenaza, siendo las emisiones de CO<sub>2</sub> uno de los indicadores que se deben monitorizar.



Diversas páginas Web recogen las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en cada uno de los países; por tanto, evolucionar de una tabla a un mapa de emisiones permite una visualización clara de la situación comparativa en cada país (Tabla IV).

**Tabla IV.** Emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* en el mundo en 2018  
(Fuente: International Energy Agency - <https://www.iea.org/statistics/>)

PAÍS*	2018	PAÍS	2018
Albania	1,51	Kazakhstan	14,18
Algeria	3,16	Kenya	0,33
Angola	0,61	Kuwait	21,61
Argentina	4,14	Latvia	3,77
Armenia	1,76	Lithuania	4,16
Australia	15,32	Luxembourg	14,77
Austria	7,03	Malaysia	6,67
Azerbaijan	3,12	Malta	3,26
Bahrain	19,97	Mexico	3,54
Belgium	7,89	Morocco	1,63
Bolivia	1,98	Namibia	1,59
Bosnia and Herzegovina	6,37	Netherlands	8,60
Botswana	3,37	New Zealand	6,25
Brazil	2,04	Nicaragua	0,82
Bulgaria	6,05	Nigeria	0,45
Cambodia	0,67	Norway	7,05
Cameroon	0,26	Oman	14,13
Canada	15,46	Pakistan	0,93
Chile	4,68	Panama	2,35
China	6,67	Paraguay	1,12
Colombia	1,53	Peru	1,54
Costa Rica	1,55	Philippines	1,21
Croatia	3,92	Poland	8,06
Cuba	2,28	Portugal	4,49

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

Cyprus	7,75	Qatar	30,36
Czechia	9,47	Republic of Serbia	6,57
Denmark	5,46	Romania	3,61
Dominican Republic	1,99	Russia	10,64
Ecuador	2,06	Saudi Arabia	16,16
Egypt	2,14	Senegal	0,52
Estonia	10,3	Singapore	8,45
Finland	7,92	Slovakia	5,89
France	4,35	Slovenia	6,51
Gabon	1,66	South África	7,43
Georgia	2,35	South Korea	12,08
Germany	8,24	Spain	5,23
Greece	5,74	Sweden	3,56
Guatemala	0,93	Switzerland	4,18
Honduras	1,02	Thailand	3,54
Hong Kong S.A.R.	5,96	Tunisia	2,27
Hungary	4,69	Turkey	4,56
Iceland	5,84	Ukraine	3,82
India	1,61	United Arab Emirates	20,21
Indonesia	1,88	United Kingdom	5,32
Iran	6,99	United States of America	14,93
Ireland	7,15	Uruguay	1,7
Israel	7,00	Venezuela	3,56
Italy	5,20	Vietnam	2,00
Japan	8,69	Zimbabwe	0,59

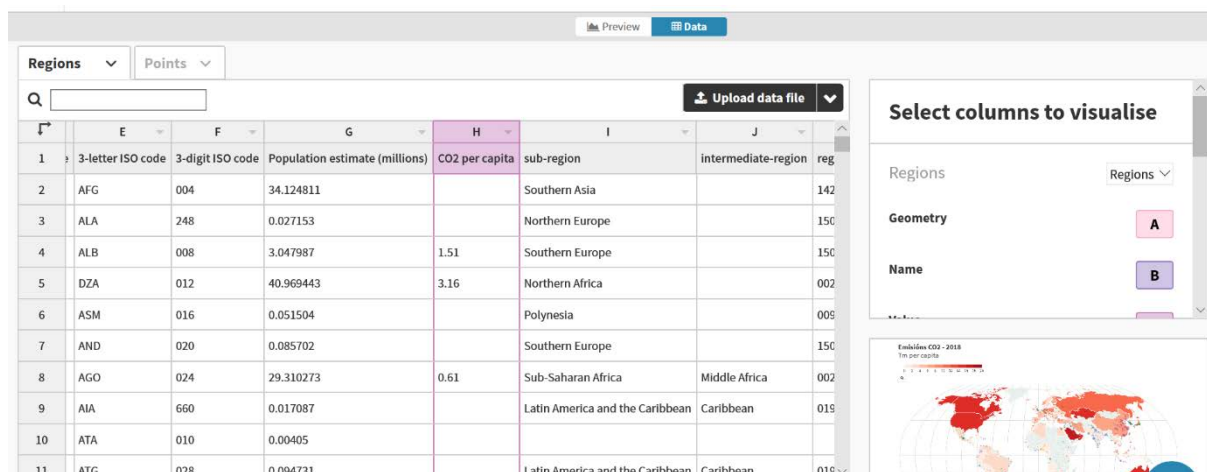
*\*El nombre de los países se han escrito en inglés para facilitar la inclusión de los datos en la aplicación*

Las consideraciones para o proceso de diseño de la visualización son:

1. Meta: Representar las emisiones de CO<sub>2</sub> *per cápita* a nivel mundial, superponiendo la distribución de la población de las principales ciudades
2. Parámetros: Emisiones de CO<sub>2</sub> por país y la población de las principales ciudades
3. Opción de gráfico: Mapa (simulación de los sistemas de información geográficos para territorializar los datos).

Una vez seleccionado el modelo correspondiente se introducen los datos (Figura 21). En este caso se han aprovechado los datos ya cargados por defecto en el ejemplo y solamente es necesario añadir las emisiones en la columna H.



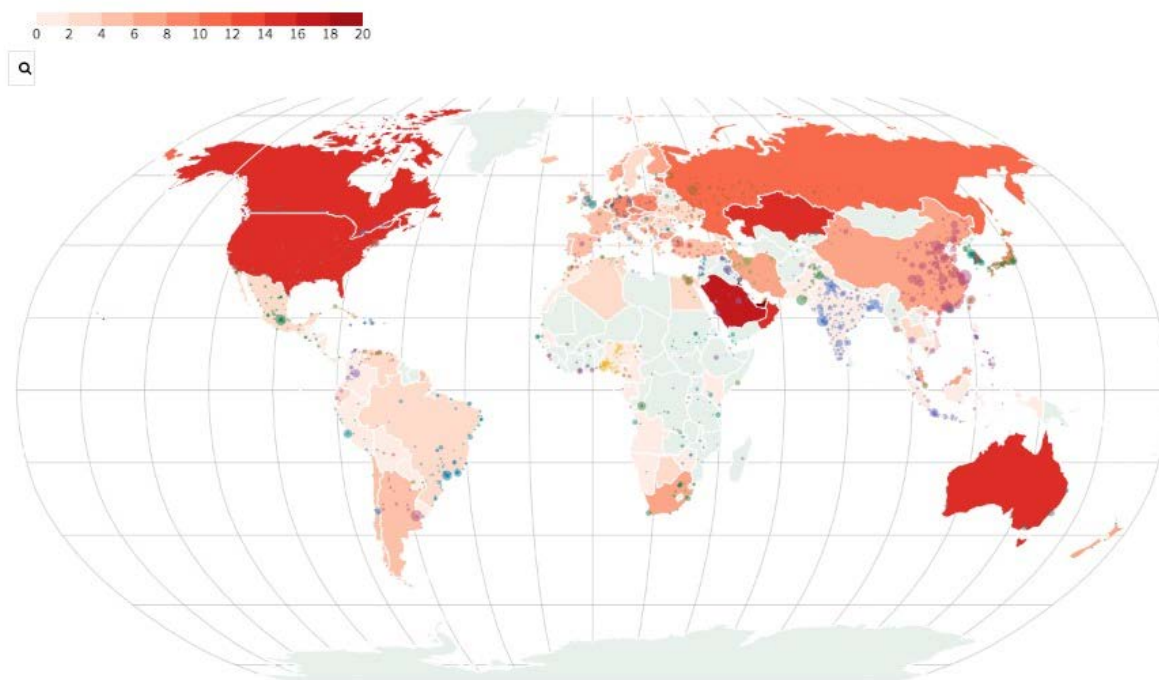


**Figura 21.** Pantalla para introducir de datos de las emisiones de CO<sub>2</sub> per cápita

El resultado que se obtiene se muestra en la Figura 22 al introducir las siguientes características tipográficas:

- Proyección: Robinson
- Capa de los países: el color escogido ha sido el rojo con una leyenda por segmentos y secuencial. El color relaciona los valores más altos con un impacto negativo.
- Capa de cuadrícula activada con separación de latitud y longitud de 20°
- Leyenda: Umbral (“Threshold”)
- Título: Emisiones CO<sub>2</sub>
- Subtítulo: Tm *per cápita*

## Emisiones CO<sub>2</sub> - 2018 Tm per capita







**Figura 22.** Emisión de CO<sub>2</sub> per cápita en cada país con la superposición de las ciudades más pobladas del planeta (están representadas en círculos)

### 4.5. Caso E. Gráficos de redes: colaboración entre investigadores y universidades

Las redes de colaboración entre investigadores y universidades es un elemento fundamental en el avance de la ciencia, siendo un indicador más de la capacidad de colaboración de un grupo de investigación. Además, en los estudios bibliométricos el índice de coautoría también es un indicador que cada vez tiene mayor importancia para evaluar el potencial impacto de la ciencia. Obviamente los gráficos de redes están diseñados para visualizar las diversas relaciones, desde un punto de vista neuronal, de los diversos elementos de un sistema.

A modo de ejemplo, se ha considerado la visualización de las interacciones internas dentro del PDI permanente de nuestro Grupo de Investigación y también externas con universidades y centros de investigación gallegos, españoles, europeos, iberoamericanos, norteamericanos y de otras regiones (Tabla V).

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

**Tabla V.** Selección de las interacciones de la red de colaboración de dos de los miembros del Biogroup<sup>11</sup> (solamente se han consideraron aquellas interacciones con 2 o más artículos en colaboración)





“Source”	“Target”	“Value”
G. Feijoo	UAB	17
G. Feijoo	Univ. Aveiro	13
G. Feijoo	PUC Perú	11
G. Feijoo	WUR	11
G. Feijoo	UVigo	7
G. Feijoo	Imperial College	7
G. Feijoo	CIB-CSIC	4
G. Feijoo	Univ. Milán	4
G. Feijoo	Univ. Catholique de Louvain	4
G. Feijoo	UB	4
G. Feijoo	UPC	3
G. Feijoo	US	3
G. Feijoo	IRTA	3
G. Feijoo	IMDEA-Energía	3
G. Feijoo	Delft Univ. Technology	3
G. Feijoo	Univ. Lorraine	3
G. Feijoo	LIT	3
G. Feijoo	UAM	2
G. Feijoo	UNICAN	2
G. Feijoo	UDG	2
G. Feijoo	UHU	2
G. Feijoo	UPV	2
G. Feijoo	URL	2
G. Feijoo	UV	2
G. Feijoo	UNIZAR	2
G. Feijoo	ICP	2
G. Feijoo	AZTI	2
G. Feijoo	Ghent Univ.	2
G. Feijoo	Leiden Univ.	2

<sup>11</sup> <https://www.usc.gal/biogroup/>

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------



G. Feijoo	Univ. Arizona	2
G. Feijoo	King Abdulaziz Univ.	2
G. Feijoo	Univ. Frontera	2
G. Feijoo	Brunel Univ. London	2
G. Feijoo	Univ. Verona	2
G. Feijoo	Univ. Genoa	2
G. Feijoo	PCU Valparaiso	2
G. Feijoo	Forestry Research Institute of Sweden	2
M.T. Moreira	UAB	16
M.T. Moreira	Univ. Aveiro	14
M.T. Moreira	PUC Perú	11
M.T. Moreira	Univ. Milán	9
M.T. Moreira	WUR	9
M.T. Moreira	Imperial College	7
M.T. Moreira	UVigo	6
M.T. Moreira	EHU	5
M.T. Moreira	Brunel Univ. London	5
M.T. Moreira	Univ. Verona	4
M.T. Moreira	Univ. Catholique de Louvain	4
M.T. Moreira	US	3
M.T. Moreira	IRTA	3
M.T. Moreira	Delft Univ. Technology	3
M.T. Moreira	Leiden Univ.	3
M.T. Moreira	PCU Valparaiso	3
M.T. Moreira	Univ. Lorraine	3
M.T. Moreira	Univ. Frontera	3
M.T. Moreira	LIT	3
M.T. Moreira	UJA	2
M.T. Moreira	UVA	2
M.T. Moreira	CIB-CSIC	2
M.T. Moreira	ICP	2
M.T. Moreira	IMDEA-Energía	2
M.T. Moreira	AZTI	2
M.T. Moreira	Ghent Univ.	2
M.T. Moreira	Univ. Wollongong	2

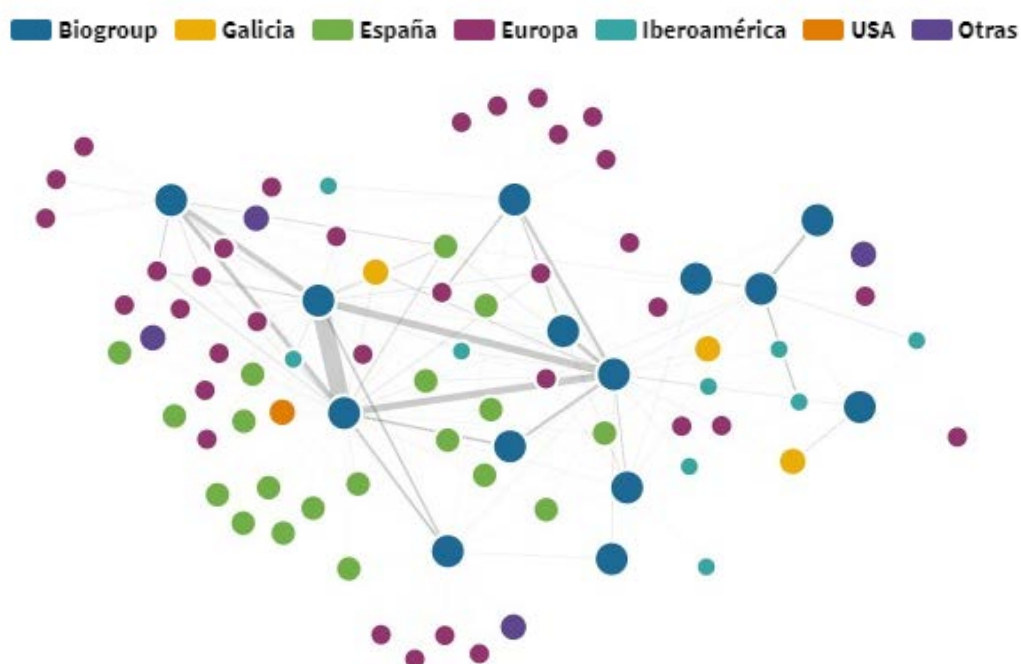
PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

M.T. Moreira	National Technical University of Athens	2
M.T. Moreira	Univ. Genoa	2
M.T. Moreira	Univ. Arizona	2
M.T. Moreira	King Abdulaziz Univ.	2
M.T. Moreira	Forestry Research Institute of Sweden	2

El proceso de diseño de la visualización tiene las siguientes etapas:

1. Meta: Representar la red de colaboración entre los miembros del Grupo de Investigación y a su vez con las universidades y centros de investigación (por lo menos 2 o más artículos).
2. Parámetros: Artículos de colaboración entre los diferentes elementos de la red de colaboración, clasificando los agentes externos en función de su área geográfica: Galicia, España, Europa, Iberoamérica, USA y Otras Regiones.
3. Opción de gráfico: Gráfico de redes ("Network graph").

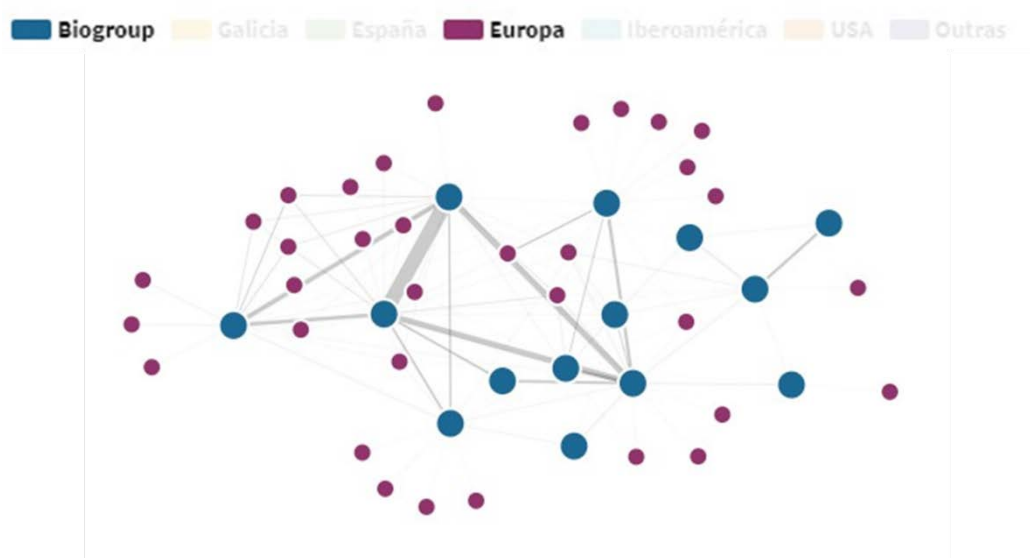
Una vez seleccionado el modelo correspondiente se han introducido los datos de la Figura 23. El tamaño de cada nodo de la red fue: 12 (Biogroup), 8 (Galicia, USA y Otras Regiones), 7 (España), 5 (Europa) y 4 (Iberoamérica)



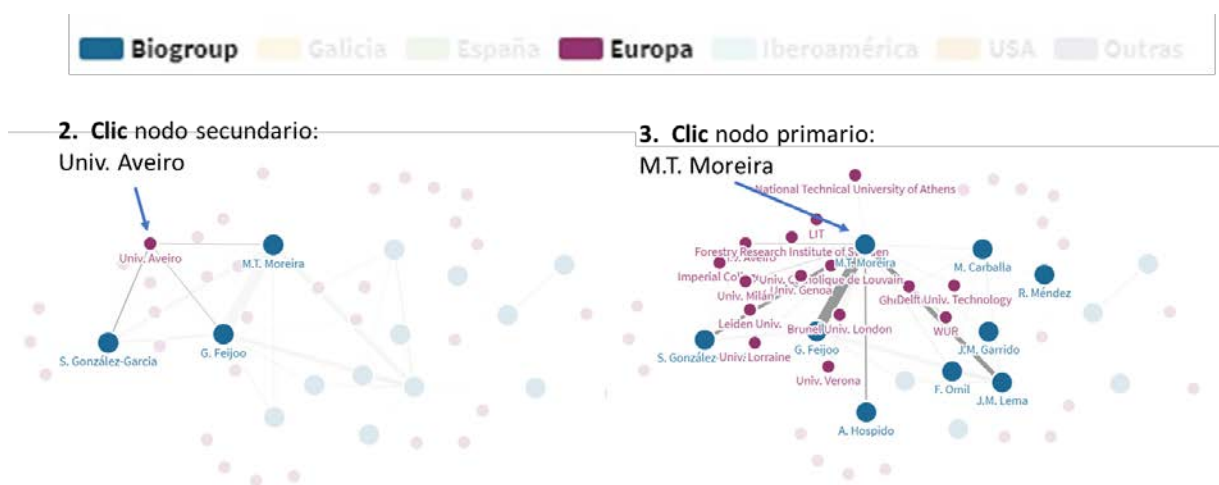
**Figura 23.** *Rede de colaboración interna (investigadores) y externa (universidades) del Biogroup*

Al igual que otros tipos de gráficos, este modelo permite la navegación con lo que consigue la priorización en la visualización de los datos:




- Red de conexión con un tipo de institución externa específico (Figura 24)
- Visualización de los nodos vecinos, tanto a partir de un nodo primario como de un nodo secundario (Figura 25).



**Figura 24.** Priorización de la visibilización de la red de colaboración europea



**Figura 25.** Visualización de nodos “vecinos”

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

#### 4.6. Caso F. Diagrama bidimensional – Cuadrante de Gartner

El análisis bidimensional se utiliza ampliamente en la empresa para estudiar escenarios y poder visualizar el impacto de las acciones y estrategias que se llevan a cabo a partir de dos parámetros claves. También se utiliza para representar el desempeño de diversas empresas/organismos/productos con el objetivo de realizar una evaluación comparativa<sup>12</sup>. La visualización de estos datos permite definir un gráfico con 4 cuadrantes, donde a partir de unos umbrales prefijados de ambas variables se determina la zona óptima, lo que se denomina el cuadrante mágico de Gartner<sup>13</sup>. Por ejemplo, la ISO 14045 que define la ecoeficiencia se basa en esta metodología, ya que se trata de evolucionar un producto o empresa a la zona de menor impacto ambiental y mayor desempeño económico.

A modo de ejemplo, se considerará el análisis comparativo de las universidades españolas a partir de su desempeño investigador (Tabla VI) combinando una variable de productividad (artículos por profesor/a) y otra relacionada con el impacto de la actividad (% de artículos publicados en revistas del primer cuartil – las denominadas Q1-).

**Tabla VI.** *Análisis de la productividad e impacto de la actividad investigadora de las universidades públicas españolas durante el año 2020 en función del número de artículos publicados por profesor/a y el % de artículos publicados en revistas Q1*

Universidad	Comunidad	ARTÍCULOS por PROFESOR/A	%Q1
UAB	Cataluña	4.1	68.8
UCM	Madrid	1.9	54.6
UJI	Valencia	1.4	59.1
UMH	Valencia	1.7	60.5
UPC	Cataluña	1.9	70.6
UPV	Valencia	1.6	62.7
UPF	Cataluña	3.9	72.7
UPN	Navarra	1.2	65.2
UPCar	Murcia	1.3	58.6
UPM	Madrid	1.3	63.5
UAM	Madrid	3.5	62.4
UC3	Madrid	1.4	65.4
UBU	Castilla y León	1.0	60.2

<sup>12</sup> [Las dietas más populares, a examen: ¿cuál es la más saludable y sostenible? \(theconversation.com\)](https://theconversation.com/)

<sup>13</sup> [The Guide to Digital Service and Technology Partners | Gartner](https://www.gartner.com/en/resources/whitepapers/the-guide-to-digital-service-and-technology-partners)

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
-----------	----------------------------------	------------------------	-----------------



UNICAN	Cantabria	1.6	62.6
URIO	La Rioja	1.2	59.9
USAL	Castilla y León	1.2	56.6
UPO	Andalucía	1.2	58.3
URJC	Madrid	0.9	55.4
URV	Cataluña	2.2	68.5
UdC	Galicia	1.3	51.8
UAH	Madrid	1.5	60.8
UA	Valencia	1.2	54.1
UAL	Andalucía	1.4	49.5
UB	Cataluña	3.1	64.7
UCA	Andalucía	1.1	58.4
UCLM	Castilla La Mancha	1.2	52.8
UCO	Andalucía	1.5	63
UNEX	Extremadura	1.0	50.1
UdG	Cataluña	1.6	63.3
UGR	Andalucía	1.4	62.5
UHU	Andalucía	1.0	50.4
UJA	Andalucía	1.2	52.6
ULL	Islas Canarias	1.1	71.6
ULPGC	Islas Canarias	0.9	58.9
ULE	Castilla y León	1.1	61.5
ULL	Cataluña	1.5	64.1
UMA	Andalucía	1.1	55.5
UMU	Murcia	1.2	57.5
UNA	Navarra	1.7	64.6
UNIOVI	Asturias	1.5	58.5
USC	Galicia	1.7	59.8
US	Andalucía	1.2	59.8
UIB	Islas Baleares	1.4	68
EHU/UPV	País Vasco	1.2	66.4
UV	Valencia	2.2	58.6
UVA	Castilla y León	0.9	54.7
UVigo	Galicia	1.4	60.2



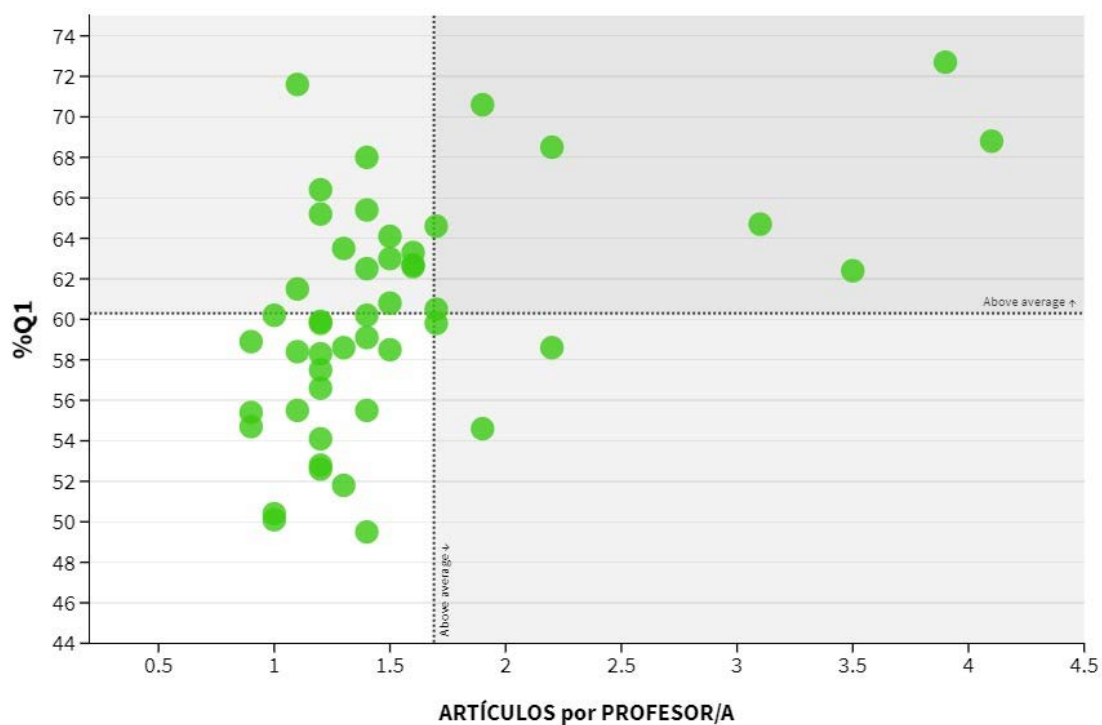
UNIZAR	Aragón	1.4	55.5
--------	--------	-----	------

El proceso de diseño de la visualización tiene las siguientes etapas (Figura 26):

1. Meta: Representar un análisis bidimensional del desempeño investigador en cuanto a la productividad e impacto de la investigación realizada por las universidades públicas españolas.
2. Parámetros: Artículos publicados en revistas JCR de cada institución normalizadas al número de profesores, así como el porcentaje de artículos Q1.
3. Opción de gráfico: Gráfico de cuadrante (“Quadrant chart – Scatter”).

### Artículos por profesor/a vs. %Q1

2020



**Figura 26.** Artículos por profesor/a versus %Q1 de las publicaciones en revistas del JCR

El gráfico permite, al igual que otros modelos, la definición de diversas características de formato como, por ejemplo, el tipo de símbolo (color, tamaño), formato y escala del eje X e Y, etc. La particularidad de este gráfico es la definición de los cuatro cuadrantes a partir de los umbrales objetivo. En este caso, se considera como líneas de división de los cuadrantes el valor medio de ambas variables analizadas: 1,69 artículos por profesor/a y 60,3 %Q1. Así, en el apartado “Annotations” del menú se selecciona estos umbrales para su representación (Figura 27).

**Annotations**

Show highlights on the x axis

---

**LINE HIGHLIGHTS ON X AXIS**

One per line, in format “Thing :: 28000” ?

:: 1.69

Colour  Width  Dash

---

**RANGE HIGHLIGHTS ON X AXIS**

One per line, in format “Thing :: 20000 >> 24000” ?

Above average ↓ :: 1.69 >> 4.5

Area  Text  Area opacity

---

**POSITION**

Labels    Font size ?

Show highlights on the y axis

---

**LINE HIGHLIGHTS ON Y AXIS**

One per line, in format “Thing :: 6” ?

Above average ↑ :: 60.3

Colour  Width  Dash

---

**RANGE HIGHLIGHTS ON Y AXIS**

One per line, in format “Thing :: 7 >> 9” ?

:: 60.3 >> 75





Area  Text  Area opacity

---

**LABELS**

Align    Font size ?

**Figura 27.** Umbrales para la definición de los cuadrantes. Se sombrea las áreas con un color gris creciente, correspondiendo el de mayor intensidad en el color al cuadrante de Gartner.

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

#### 4.7. Caso F. Gráficos combinados: mapas y barras

La monitorización de los datos es esencial para determinar si las acciones surgen los efectos deseados. Así, en el ODS número 5, los datos especificados por género permiten definir y calcular los indicadores adecuados para realizar un seguimiento de los planes de igualdad a diferentes escalas.



El Grupo DIH<sup>14</sup> ha incorporado a su ranking, basado en el índice h, un análisis específico teniendo en cuenta el género y provincia de la institución de la afiliación de las investigadoras.

A partir de los datos básicos se ha elaborado una primera tabla de datos relacionando las investigadoras con las autonomías (Tabla VII). A continuación, se realizó una búsqueda en Google Académico para su afiliación (Tabla VIII).

**Tabla VII.** *Número de investigadoras por autonomía*

Comunidade AUTÓNOMA	Número
Madrid	109
Cataluña	102
Andalucía	51
Valencia	46
<b>Galicia</b>	<b>23</b>
Pais Vasco	23
Murcia	14
Aragón	14
Asturias	11
Castilla y León	10
Navarra	7
Canarias	6
Cantabria	3
Baleares	3
La Rioja	2
Extremadura	1
Catilla La Mancha	1

**Tabla VIII.** *Número de investigadoras en Galicia en función de su posición en el ranking*

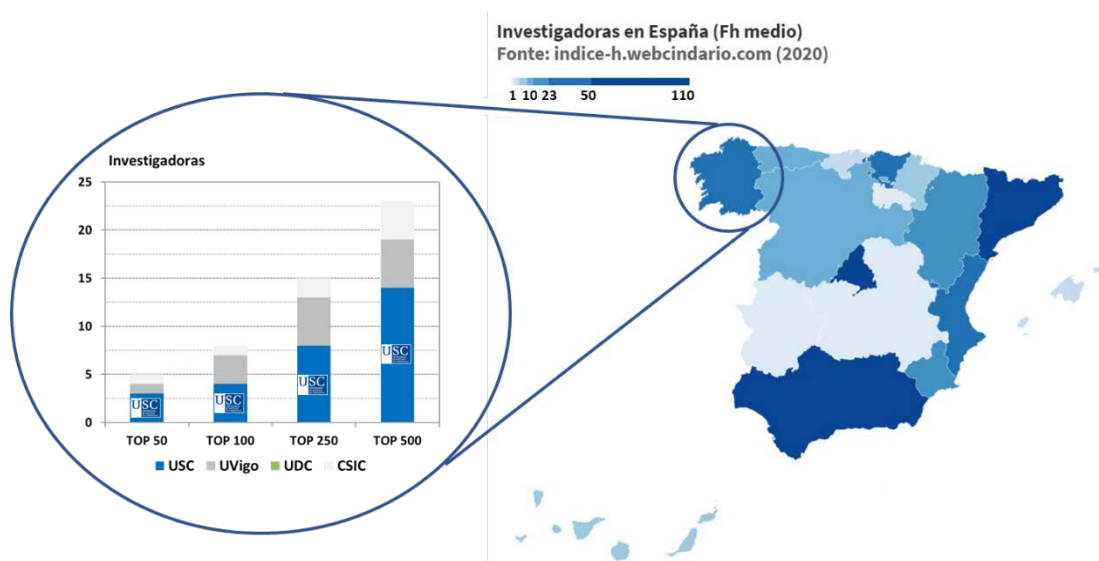
Universidades	Número			
	TOP 50	TOP 100	TOP 250	TOP 500
USC	3	4	8	14
UVigo	1	3	5	5
UDC	0	0	0	0
CSIC	1	1	2	4

Los resultados de aplicar las etapas en el proceso de diseño de la visualización son (Figuro 28):

1. Meta: Representar el número de investigadoras del SUG en el ranking del Grupo DIH relacionado con el resto de las autonomías

<sup>14</sup> Grupo DIH: <https://indice-h.webcindario.com/>

2. Parámetros: Nº de investigadoras en las diversas autonomías con la especificación para Galicia de los datos de las tres universidades gallegas y el CSIC.
3. Opción de gráfico: Mapa de España por Comunidades Autónomas y gráfica de barras para la especificación dentro de Galicia.



**Figura 28.** Número de investigadoras en el ranking elaborado por el Grupo DIH en cada Comunidad Autónoma con la especificación de las universidades gallegas y los centros del CSIC a los que pertenecen

#### 4.8. Caso H. Gráficos combinados: pictogramas

Los gráficos de pictogramas emplean iconos para ofrecer una visión general más atractiva de pequeños conjuntos de datos discretos. Estos iconos pueden tener una relación de semejanza con la idea que se quiere representar. A continuación, se muestra el gráfico empleado en un tuit del día 4 de marzo de 2022<sup>15</sup> para representar, con el motivo del día de la mujer, la estructura de personal, por categoría y género, del departamento de ingeniería química.

Los resultados de aplicar las etapas del proceso de diseño de la visualización son:

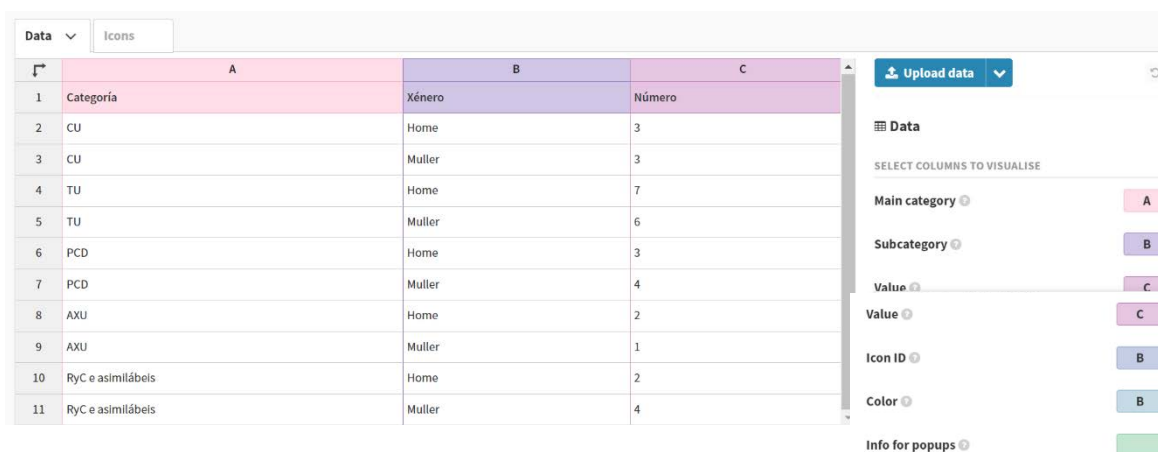
1. Meta: Representar la estructura de personal docente e investigador (PDI), por categoría y género, del departamento.
2. Parámetros: PDI del departamento (Tabla IX).
3. Opción de gráfico: Pictograma de barra múltiple.

<sup>15</sup> [https://twitter.com/fejoo\\_costa/status/1499843494017437698](https://twitter.com/fejoo_costa/status/1499843494017437698)

**Tabla IX.** Datos del PDI do Departamento de Ingeniería Química

Categoría	Hombres	Mujeres
Catedrático/a	3	3
Titular	7	6
Contratado Doctor	3	4
Ayudante de Universidad	2	1
RyC y asimilables	2	4

La introducción de los datos en Flourish se realiza tal y como se muestra en la Figura 29. La pestaña “Icons” permite elegir entre los iconos ya diseñados por defecto, o bien construir el icono deseado. Es importante que el nombre de los parámetros de la categoría “Icon ID” de la ventana “Data” coincida plenamente con la pestaña “Icon” de la ventana “Icons”, en este caso son las palabras “Home” y “Muller” (Figura 30).



The screenshot shows the 'Data' window in Flourish. The table has three columns: 'Categoría' (A), 'Xénero' (B), and 'Número' (C). The data rows are as follows:

	A	B	C
1	Categoría	Xénero	Número
2	CU	Home	3
3	CU	Muller	3
4	TU	Home	7
5	TU	Muller	6
6	PCD	Home	3
7	PCD	Muller	4
8	AXU	Home	2
9	AXU	Muller	1
10	RyC e asimilábels	Home	2
11	RyC e asimilábels	Muller	4

The configuration panel on the right shows the following settings:

- Upload data: [button]
- Data: [panel title]
- SELECT COLUMNS TO VISUALISE: [panel title]
- Main category: A
- Subcategory: B
- Value: C
- Value: C
- Icon ID: B
- Color: B
- Info for popups: [panel title]

**Figura 29.** Datos de personal (vista parcial) en la ventana “data” y la indicación de los parámetros para la visualización.







The screenshot shows the 'Icons' window in Flourish. The table has four columns: 'id' (A), 'icon' (B), 'width' (C), and 'height' (D). The data rows are as follows:

	A	B	C	D
1	id	icon	width	height
2	Home	circle		
3	Muller	circle		
4				
5				
6				

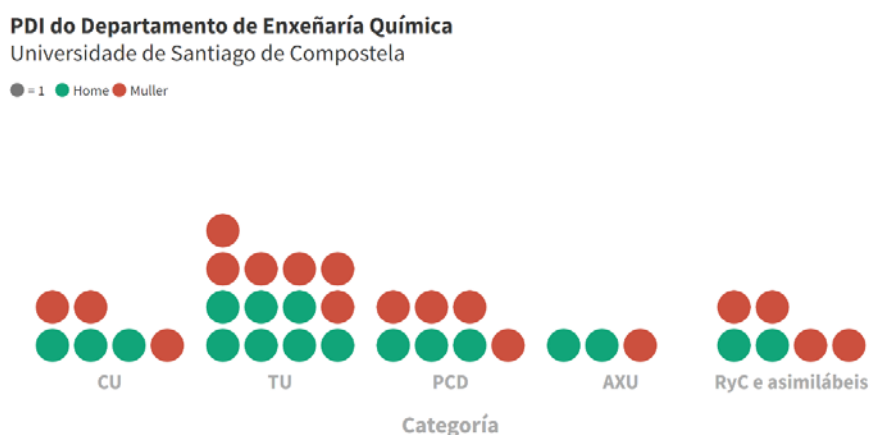
The configuration panel on the right shows the following settings:

- Upload data: [button]
- Saved: [button]
- Icons: [panel title]
- SELECT COLUMNS TO VISUALISE: [panel title]
- Icon ID: A (REQUIRED)
- Icon: B (REQUIRED)

**Figura 30.** Especificación de los iconos. El nombre de los mismos debe estar en minúscula.

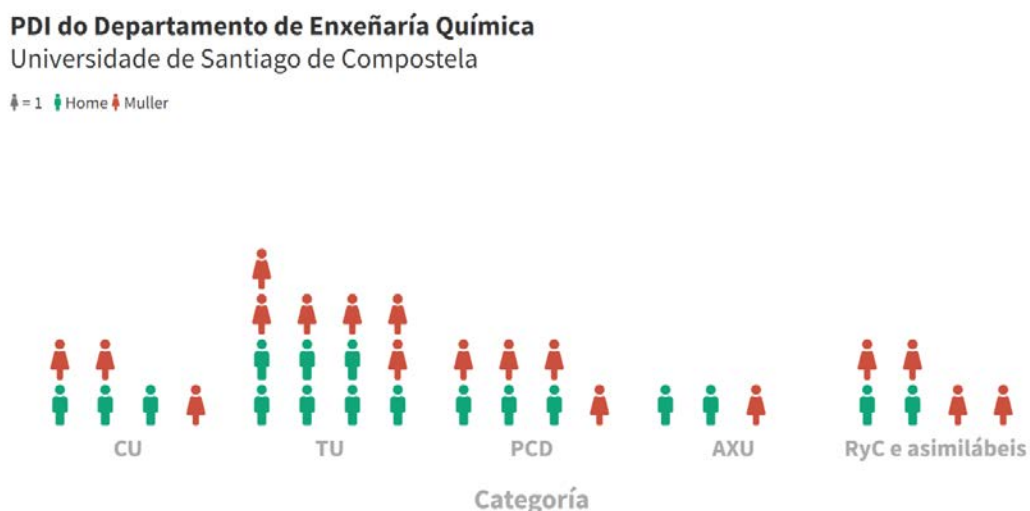
PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACIÓN EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

El listado de los iconos ya pre-diseñados es alto (unas 70): male, female, child, wheelchair, angry, frown, meh, smile, smile-beam, thumbs-up, thumbs-down, hands-helping, hand-rock, hand-peace, dollar-sign, euro-sign, etc. Los nombres del título, subtítulo, en los ejes y de la leyenda se realiza de forma análoga a lo que se ha señalado en los casos prácticos previos. Así, la visualización que se obtendría sería la indicada en la Figura 31.







**Figura 31.** Representación del pictograma (con círculos) de la estructura del departamento.

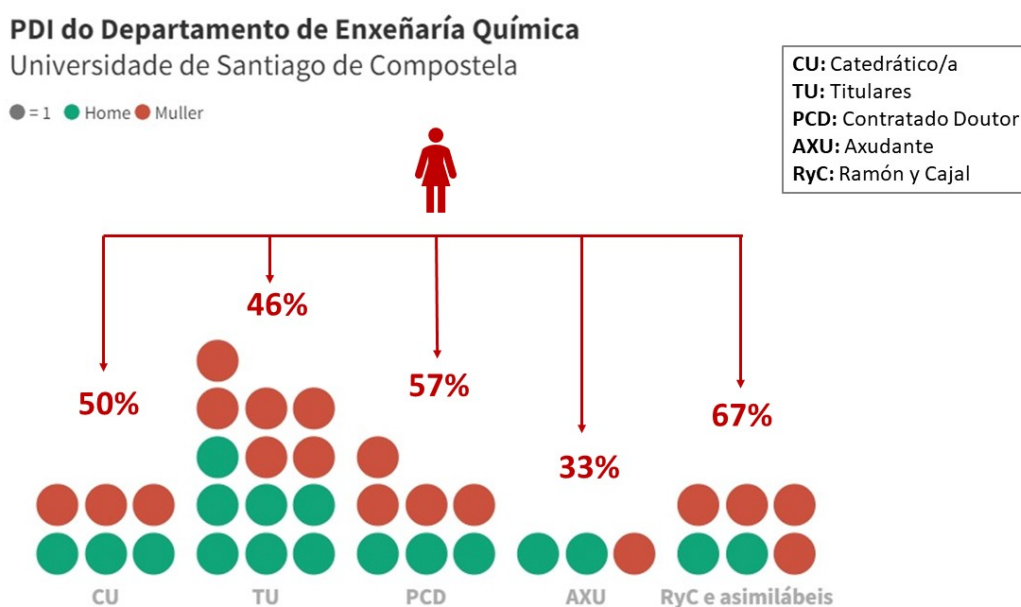
Al emplear, por ejemplo, como iconos “male” y “female” el resultado sería como se indica en la Figura 32.



**Figura 32.** Representación del pictograma con iconos de hombre y mujer.





PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

Para visualizar de forma más atractiva el gráfico se exportó la imagen al programa MS PowerPoint donde se añadió el símbolo de género y los porcentajes para cada categoría junto con la leyenda de los símbolos de las categorías profesionales (Figura 33).



**Figura 33.**

**Figura 33.** Visualización final combinando la figura creada en Flourish con los elementos gráficos adicionales realizadas en MS PowerPoint.

PARADIGMA	ERRORES COMUNES Y NO TAN COMUNES	APLICACION EN FLOURISH	CASOS PRÁCTICOS
			

## 5. REFERENCIAS

Cole Nussbaumer Knaflic (2017). *Storytelling con datos*. Ediciones Anaya Multimedia, Madrid.

Hans Rosling, Ola Rosling y Anna Rosling (2018). *Factfulness: Diez razones por las que estamos equivocados sobre el Mundo. Y por qué las cosas están mejor de lo que piensa*. Editorial Deusto, Barcelona.

Lorenzo-Toja, Y, Vázquez-Rowe, I., Amores, M.J., Termes-Rifé, M., Marín-Navarro, D., Moreira, M.T., Feijoo, G. (2016). Benchmarking wastewater treatment plants under eco-efficiency perspective. *Science of the Total Environment* 566-567:468-479

Sandra Rendgen, Julius Wiedemann (2018). *Information Graphics*. TASCHEN, London

Stephen Few (2013). *Information Dashboard Design: Displaying Data for At-A-Glance Monitoring*. Analytics Press, El Dorado Hills (USA).