

Seminario

4 de junio 2019

**Sistemas de información  
universitaria:**  
*Rankings e indicadores*

Fundación **BBVA**

**Ivie**



## Francisco Goerlich

**Catedrático de la Universitat de València y profesor investigador del Ivie**

Licenciado y doctor en Ciencias Económicas por la Universitat de València y *Master of Science in Economics* por la *London School of Economics & Political Science* (Universidad de Londres). Sus campos de especialización son la macroeconomía, la distribución de la renta, la demografía, la economía regional y la econometría aplicada. Es coautor de diversos libros y ha publicado más de 100 trabajos en revistas especializadas. Ha participado en diversos congresos nacionales y extranjeros, tanto a iniciativa propia como por invitación y ha formado parte de diversos proyectos de investigación, tanto nacionales como europeos.

# *Rankings*

***¿Podemos aprender algo de la  
teoría de la elección social?***

*Francisco J. Goerlich*

**Universitat de València e Ivie**

**Valencia, 4 de Junio de 2019**

- ¿Qué es un *ranking*?

Universidad	Publicaciones científicas
A	3,581
B	8,691
C	2,587
D	7,985

Información cardinal



Universidad	Publicaciones científicas
A	3
B	1
C	4
D	2

Información ordinal



Ranking
B
D
A
C

- Con un solo indicador, la simple **ordenación** que dicho indicador proporciona.

- ¿Y con más indicadores?

Universidad	Publicaciones científicas	Profesores 100 alumnos	Ingresos por contratos (€)
A	3,581	8	6,897
B	8,691	2	5,784
C	2,587	4	9,152
D	7,985	6	2,005

Información cardinal



Información ordinal

Universidad	Publicaciones científicas	Profesores 100 alumnos	Ingresos por contratos (€)
A	3	1	2
B	1	4	3
C	4	3	1
D	2	2	4



¿Ranking?
A
D
C
B

- ¡Tenemos un problema de **agregación!**

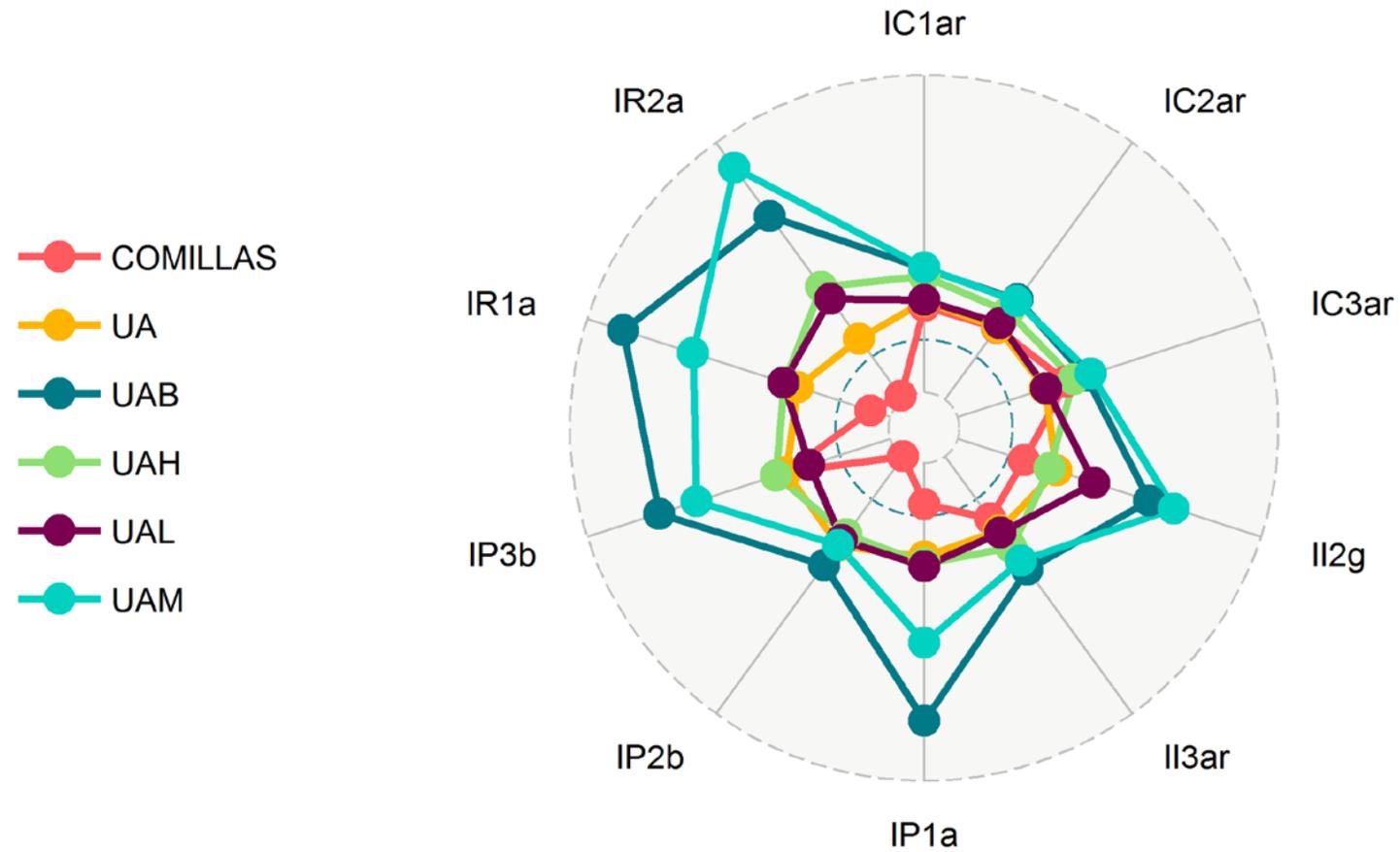
# Los problemas de agregación polarizan la audiencia

**Partidarios entusiastas,** y los **medios**, que abogan por métodos para resumir realidades complejas multidimensionales en 1 sola dimensión.

**Economistas y estadísticos escépticos**, preocupados por la subjetividad en el proceso de elaboración del ranking: selección de variables, pesos, agregación,...

# Escépticos...

*“On the whole, these composite indicators are better regarded as invitations to look more closely at the various components that underlie them.”*  
**Joseph Stiglitz, Amartya Sen & Jean-Paul Fitoussi**





# Entusiastas...

- La presión por resumir y sintetizar la información, en la sociedad del *Big Data*, es un poderoso argumento para la construcción de indicadores sintéticos y *rankings*.
- Ciertamente los *rankings* han venido para quedarse... y no solo porque a ‘los medios’ les encante difundir, normalmente de forma algo frívola, ‘quién es la primera’ en ‘algo’, sino porque surgen de una necesidad real de resumir realidades complejas multidimensionales.
- El interés público por los *rankings* crece a la misma velocidad que nuestra capacidad para generar información.

# Entusiastas...

“Use a quantifiable metric. [...] if you can't measure it, it doesn't exist.”  
Bill Gates

- Una búsqueda en Google Scholar del término ‘composite indicator’ en octubre de 2005 arrojó 992 resultados...
- ... en diciembre de 2010 arrojó 5,340 resultados...
- ... y en mayo de 2019 arrojo 2,710,000 resultados.



The screenshot shows the Google Académico search interface. The search bar contains the text "composite indicators" and a magnifying glass icon. Below the search bar, it indicates "Artículos" and "Aproximadamente 2.710.000 resultados (0,03 s)". On the left side, there are filters for "Cualquier momento" (with sub-options: Desde 2019, Desde 2018, Desde 2015, Intervalo específico...) and "Ordenar por relevancia". On the right side, a search result is displayed for a book titled "[LIBRO] Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide" by the Joint Research Centre-European Commission (2008). The result includes a brief description and links for citation (1756), related articles, and 8 versions.

# Entusiastas...

- Y esta es la principal razón por la que los indicadores compuestos en general, y los *rankings* en particular, deben ser elaborados de forma **sensata** y ser utilizados de forma **responsable**.
  1. Una elaboración sensata implica que sigan un cuidadoso proceso de control de calidad basado en consideraciones conceptuales y estadísticas.
  2. Un uso responsable requiere cuidado en obtener conclusiones y recomendaciones sin tener en cuenta el marco conceptual en el que los indicadores compuestos fueron desarrollados.

# Pros...

- Pueden ser utilizados para resumir realidades complejas y multidimensionales.
- Proporcionan una ‘gran foto’.
- Ayudan a atraer la atención sobre determinados temas de interés público.
- Permiten incluir mucha información a analizar, al tiempo que reducir la dimensión de la misma.

Saisana & Tarantola (2002), *JRSS*.

# Cons...

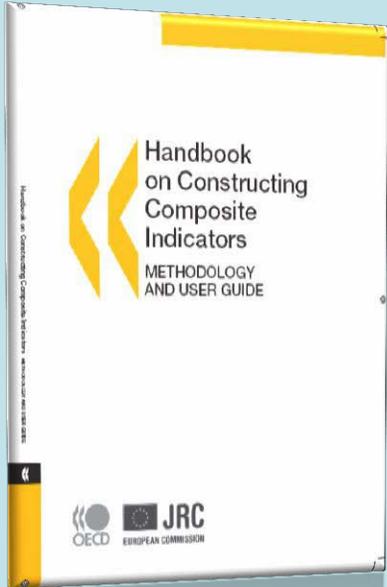
“On the whole, these composite indicators are better regarded as invitations to look more closely at the various components that underlie them.”

Joseph Stiglitz, Amartya Sen & Jean-Paul Fitoussi

- Pueden enviar mensajes de política erróneos o no suficientemente robustos.
- Si la ‘gran foto’ es muy simple, los decisores pueden extraer conclusiones demasiado simplistas.
- La elaboración de *rankings* implica, necesariamente, algunas decisiones arbitrarias en el proceso de construcción difíciles de evitar.
- Requieren, en ocasiones, una cantidad de datos muy abundante.

Saisana & Tarantola (2002), *JRSS*.

# La guía para la construcción de Indicadores Compuestos



Paso 1. Marco conceptual

Paso 2. Selección de indicadores

Paso 3. Tratamiento de datos

Paso 4. Análisis multivariante

Paso 5. Normalización

Paso 6. Pesos & agregación

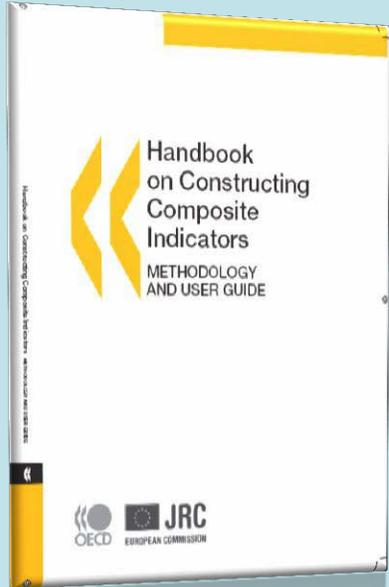
Paso 7. Robustez y sensibilidad

Paso 8. Vuelta a los indicadores

Paso 9. Asociación con otras variables

Paso 10. Presentación & difusión

# La guía para la construcción de Indicadores Compuestos



Weighting methods .....	89
6.1 Weights based on principal components analysis or factor analysis.....	89
6.2 Data envelopment analysis (DEA).....	91
6.3 Benefit of the doubt approach (BOD).....	92
6.4 Unobserved components model (UCM) .....	94
6.5 Budget allocation process (BAP).....	96
6.6 Public opinion .....	96
6.7 Analytic hierarchy process (AHP) .....	96
6.8 Conjoint analysis (CA).....	98
6.9 Performance of the different weighting methods.....	99
Aggregation methods .....	102
6.10 Additive aggregation methods .....	102
6.11 Geometric aggregation.....	103
6.12 On the aggregation rules issue: lessons learned from social choice and multi-criteria decision analysis.....	104
6.13 Non-compensatory multi-criteria approach (MCA).....	112
6.14 Performance of the different aggregation methods.....	115

# La guía para la construcción de Indicadores Compuestos



Paso 1. Marco conceptual

Paso 2. Selección de indicadores

Paso 3. Tratamiento de datos

Paso 4. Normalización

Paso 5. Ponderaciones

Paso 6. Agregación

Paso 7. Coherencia estadística

Paso 8. Robustez y sensibilidad

Paso 9. Vuelta a los datos

Paso 10. Visualización & comunicación

# ¿Cómo funcionan los métodos basados en la elección social? → Ejemplo

- Disponemos de 21 indicadores y 4 Universidades a ordenar.

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
Indicador 1	8,784	7,154	4,127	1,458
Indicador 2 (€)	10,475	5,478	8,457	2,458
Indicador 3	6	18	10	16
Indicador 4 (%)	0	60	100	40
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 21	451	126	845	218

# ¿Cómo funcionan los métodos basados en la elección social? → Ejemplo

- Partimos de los *rankings* individuales:

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
Indicador 1	1	2	3	4
Indicador 2	1	3	2	4
Indicador 3	4	1	3	2
Indicador 4	4	2	1	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 21	2	4	1	3

- ¡Solo información ordinal! ¡No necesitamos normalizar!

# ¿Qué nos dice cada indicador?

- El indicador I nos dice que  $A \succ B \succ C \succ D$

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
Indicador I	1	2	3	4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- Una forma útil de representar esta información es

	A	B	C	D
A	0	1	1	1
B	0	0	1	1
C	0	0	0	1
D	0	0	0	0

# ¿Qué nos dice cada indicador?

- El indicador 3 nos dice que  $B \succ D \succ C \succ A$

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 3	4	1	3	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- En la representación anterior

	A	B	C	D
A	0	0	0	0
B	1	0	1	1
C	1	0	0	0
D	1	0	1	0

# El resumen de nuestra información de partida es...

- Haciendo esto para todos los indicadores y sumando...

	A	B	C	D
A	0	8	8	8
B	13	0	10	21
C	13	11	0	14
D	13	0	7	0

- ... esta matriz es el **resumen** de nuestra información.
- Conocida con diferentes nombres: matriz de impacto, de votación, de Condorcet,...
- Diferentes formas de manipular esta matriz generan *rankings* alternativos.

# ¿Cómo derivar un *ranking* a partir de aquí?

- Dado un *ranking* cualquiera, la matriz de Condordet nos permite calcular numéricamente el apoyo que nuestra información presta a dicho ranking.
- Por ejemplo, consideremos el *ranking*  $B \succ D \succ C \succ A$ .
- ¿Qué apoyo recibe este *ranking* en nuestra información?
- Este *ranking* implica las siguientes dominancias entre cada par de universidades:

$B \succ D$ ;  $B \succ C$ ;  $B \succ A$ ;  $D \succ C$ ;  $D \succ A$  y  $C \succ A$

# ¿Cómo derivar un *ranking* a partir de aquí?

- Dada la matriz de Condorcet...

	A	B	C	D
A	0	8	8	8
B	13	0	10	21
C	13	11	0	14
D	13	0	7	0

- ... el apoyo al *ranking*  $B \succ D \succ C \succ A$  viene dado por:

$B \succ D; B \succ C; B \succ A; D \succ C; D \succ A; C \succ A$

21 + 10 + 13 + 7 + 13 + 13

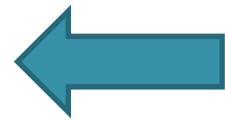
**77**

# ¿Cómo derivar un *ranking* a partir de aquí?

- Una solución razonable –aunque no la única– para derivar un *ranking* es calcular, para todos los *rankings* posibles, el apoyo que nuestros datos otorga a cada uno de ellos, y elegir como **ranking óptimo**, el *ranking* para el que obtengamos el **mayor apoyo**.
- De hecho esta forma de proceder descansa sobre el principio de la máxima verosimilitud, y en consecuencia tiene una base estadística clara.

# ¿Cómo derivar un *ranking* a partir de aquí?

Ranking				Apoyo
A	B	C	D	69
A	B	D	C	62
A	D	B	C	41
D	A	B	C	46
D	A	C	B	47
A	D	C	B	42
A	C	D	B	49
A	C	B	D	70
C	A	B	D	75
C	A	D	B	54
C	D	A	B	59
D	C	A	B	52
D	C	B	A	57
C	D	B	A	64
<b>C</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>85</b>
C	B	A	D	80
B	C	A	D	79
B	C	D	A	84
B	D	C	A	77
D	B	C	A	56
D	B	A	C	51
B	D	A	C	72
B	A	D	C	67
B	A	C	D	74



- El *ranking* óptimo en nuestro caso es:  
 $C > B > D > A$
- Este es el *ranking* que recibe mayor apoyo por parte de la información de nuestros indicadores individuales.
- Esta solución a nuestro problema se la conoce con el nombre de Condorcet-Kemeny-Young-Levenglick
- Y es la propugnada en la guía de la OECD/JRC.

# El problema computacional.

- Esta solución, aunque sencilla, es computacionalmente intensiva:

Con 4 universidades tenemos 24 *rankings* posibles.

Con 10 tenemos 3,628,800 *rankings* posibles.

Con 24 tenemos 620,448,401,733,239,439,360,000

Con 62 universidades, las que hay en U-Ranking tenemos...

```
> arrangements::npermutations(62, bigz = T)
Big Integer ('bigz') :
[1] 31469973260387937525653122354950764088012280797258232192163168247821107200000000000000
```

...¡cientos de miles de millones de *rankings* posibles!

# El problema computacional: ¡Cuidado hay más!

- Esta solución, aunque sencilla, es computacionalmente intensiva:

Con 4 universidades tenemos 75 *rankings* posibles.

Con 10 tenemos 102,247,563 *rankings* posibles.

Con 24 tenemos 2,958,279,121,074,145,472,650,648,875

Con 62 universidades, las que hay en U-Ranking tenemos...

```
> weak.rankings(62)
Big Integer ('bigz') :
[1] 167827193605207470382244239593751346592925059206583127133256975862127000946885311829899683293003
```

...¡todavía más *rankings* posibles!

# El problema computacional.

- Esta dificultad computacional de muchos de estos métodos han desalentado su utilización, pero la computación aumenta de velocidad día a día y vivimos en el mundo del algoritmo, de forma que actualmente esto ya no es una excusa.
- Existe *software* adecuado, algoritmos exactos en muchos casos o heurísticos en otros.

# ¿Podemos incorporar pesos?

- Sí, con total facilidad.
- Si el indicador 3 nos dice que  $B \succ D \succ C \succ A$ ,

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 3	4	1	3	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- Y tiene un peso de 30, su representación será

	A	B	C	D
A	0	0	0	0
B	30	0	30	30
C	30	0	0	0
D	30	0	30	0

# Un comentario sobre los pesos...

- Cuando la agregación se realiza mediante medias, aritméticas o geométricas, los pesos nominales no son en realidad una medida de la importancia del indicador individual sobre el indicador compuesto, aunque normalmente son asignados para reflejar esa importancia 'objetivo', y se presentan como tal.
- El ratio de pesos nominales refleja la relación de intercambio entre indicadores individuales, y por tanto el grado de sustituibilidad entre indicadores simples para mantener un mismo nivel del indicador compuesto (Decancq y Lugo 2013).

# Un comentario sobre los pesos...

- Esto es particularmente evidente cuando la agregación es lineal,  $I = \sum_{i=1}^n \omega_i x_i$ . En este caso la relación marginal de sustitución viene dada por  $MRS_{ij} = \frac{\omega_i}{\omega_j}$ , donde además  $x$  suelen ser transformaciones de los indicadores originales.
- La importancia de un indicador simple sobre el indicador compuesto viene determinada finalmente por la estructura de correlación y las varianzas de los datos originales, y debe ser medida por otros métodos (Paruolo, Saisana y Saltelli 2013).

# Un comentario sobre los pesos...

- Por esta razón los métodos de agregación basados en promedios se les conoce como métodos **compensatorios**.
- Por el contrario en los métodos basados en la elección social los pesos no implican ninguna relación de sustituibilidad entre indicadores individuales, y por esta razón se les conoce como métodos **no compensatorios**.
- Con este enfoque los pesos representan exactamente la importancia del indicador.
- ¿Alguna **precaución**? Sí. Ningún indicador simple puede pesar más del 50%, si este fuera el caso el *ranking* global vendría determinado por el *ranking* de ese indicador.

# ¿Qué sucede si en un indicador hay 'empates'?

- ¡Pues que repartimos la dominancia!
- Si el indicador 8 es

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 8	3,214	8,526	5,560	5,560
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- En términos de rankings,  $B > D \sim C > A$

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 8	4	1	2	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

# ¿Qué sucede si en un indicador hay 'empates'?

- Su representación será

	A	B	C	D
A	0	0	0	0
B	1	0	1	1
C	1	0	0	0.5
D	1	0	0.5	0

- Y todo procede como antes.
- Este enfoque permite acomodar con naturalidad variables categóricas.

# ¿Qué hacemos con los ‘valores no disponibles’?

- ¡Pues que no cuentan!
- Si el indicador 6 es

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 6	3,104	NA	7,620	5,530
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- Solo podemos comparar A, C y D. El ranking es  $C > D > A$

	Universidad A	Universidad B	Universidad C	Universidad D
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Indicador 6	3	NA	1	2
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

# ¿Qué hacemos con los ‘valores no disponibles’?

- Su representación será

	A	B	C	D
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	1	0	0	1
D	1	0	0	0

- Y todo procede como antes.
- Por tanto evitamos la cuestión de la imputación de los ‘valores no disponibles’ de una forma natural.

# Resumen: Solución de Kemeny-Young

- Pros:
  1. No hay necesidad de tratar los *outliers*.
  2. No hay que normalizar.
  3. No hay que imputar valores no disponibles.
  4. Puede ser utilizada para variables continuas y categóricas.
  5. No necesita ninguna estructura de correlación particular entre los indicadores.
  6. Los pesos representan exactamente la importancia de cada indicador simple (enfoque no compensatorio).

# Resumen: Solución de Kemeny-Young

- Cons:
  1. Solo proporciona información ordinal: un *ranking*.
  2. Computacionalmente más complicado que calcular 'medias'.
  3. Requiere *software* específico y en ocasiones hay que trabajar con algoritmos heurísticos.
  4. Con frecuencia hay soluciones múltiples: varios rankings posibles obtienen el mismo apoyo.
  5. La solución de Kemeny-Young no es la única posible en este enfoque...

# ¿Podemos reconstruir U-Ranking con este enfoque?

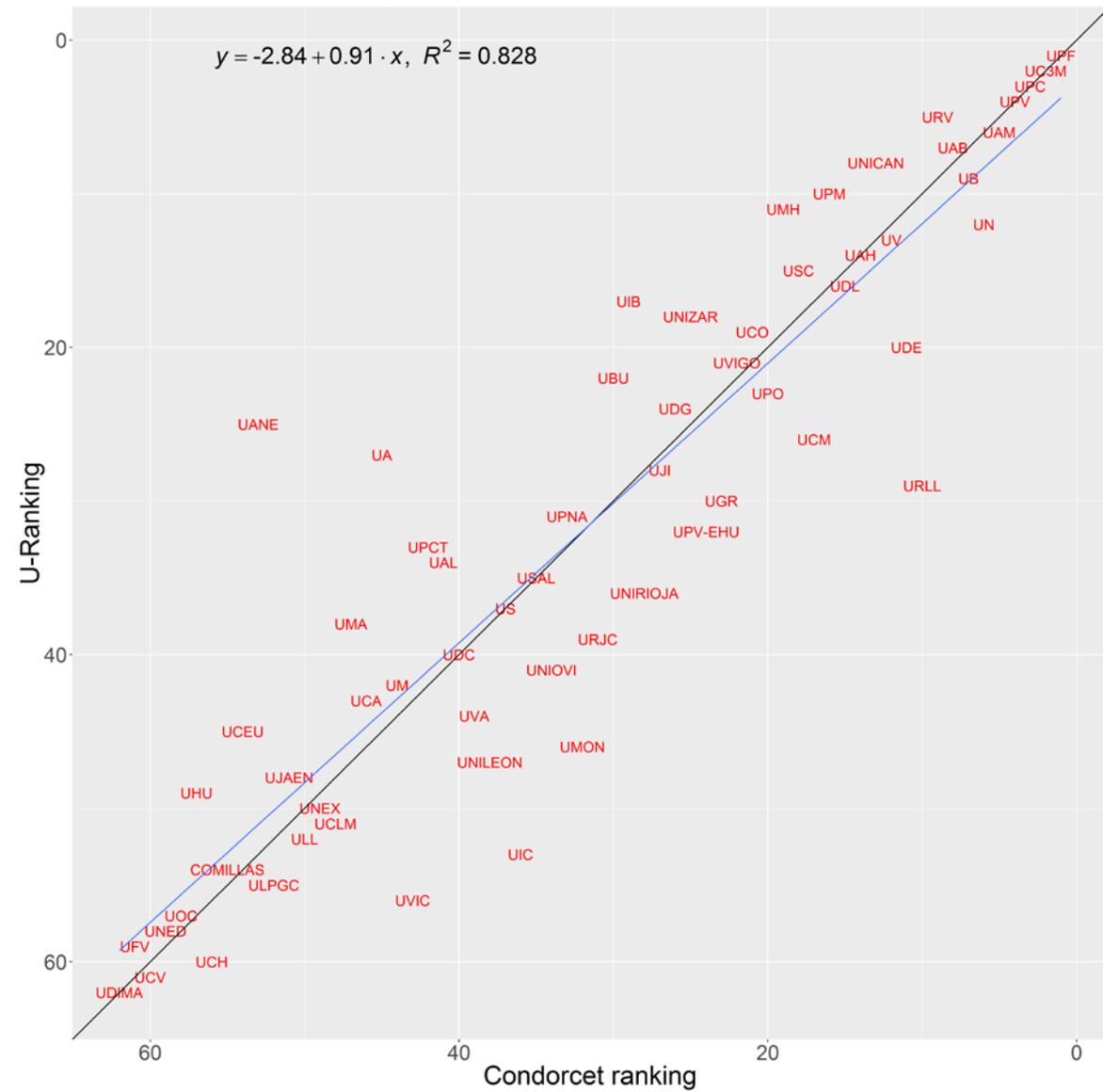
Cuadro 1. Listado de indicadores, ámbitos y dimensiones

Dimensión	Ámbito	Indicador
Docencia	Recursos	Profesor por cada cien alumnos
		Presupuesto / Alumno
		Profesor Doctor / Profesores
	Producción	Tasa de Éxito
		Tasa de Evaluación
		Tasa de Abandono
	Calidad	Índice de capacidad de atracción
		% de estudiantes de posgrado
		Notas de corte
		% de alumnos extranjeros
Internacionalización	% de alumnos en programas de Intercambio	
	% de alumnos matriculados en programas en lenguas no oficiales	
Investigación	Recursos	Recursos públicos competitivos por profesor doctor
		Contratos de personal doctor, becas de Investigación y apoyo técnico sobre el presupuesto total
	Producción	Documentos citables con referencia ISI por profesor doctor
		Sexenios totales sobre sexenios posibles
		Tests doctorales leídas por cada cien profesores doctores
	Calidad	Factor medio de Impacto
		% de publicaciones en el primer cuartil
	Internacionalización	Citas por documento
		Fondos de Investigación europeos o Internacionales por profesor doctor
		% de publicaciones en coautorías Internacionales
Innovación y Desarrollo Tecnológico	Recursos	Ingresos por licencias por cien profesores doctores
		Ingresos por contratos de asesoramiento por cada cien profesores doctores
		Ingresos por formación continua por profesor doctor
	Producción	Número de patentes por cien profesores doctores
		Horas de formación continua por profesor doctor
		Número de contratos por profesor doctor
	Calidad	Patentes comercializadas por profesor doctor
		Patentes trídicas por cien profesores doctores
	Internacionalización	% de Ingresos por contratos Internacionales

- ¡Sí, claro!
- Basta con partir de los valores de los 25 indicadores, generar los *rankings* individuales, construir la matriz de Condorcet, evaluar los posibles *rankings* y elegir aquel para el que los datos muestran el mayor soporte.

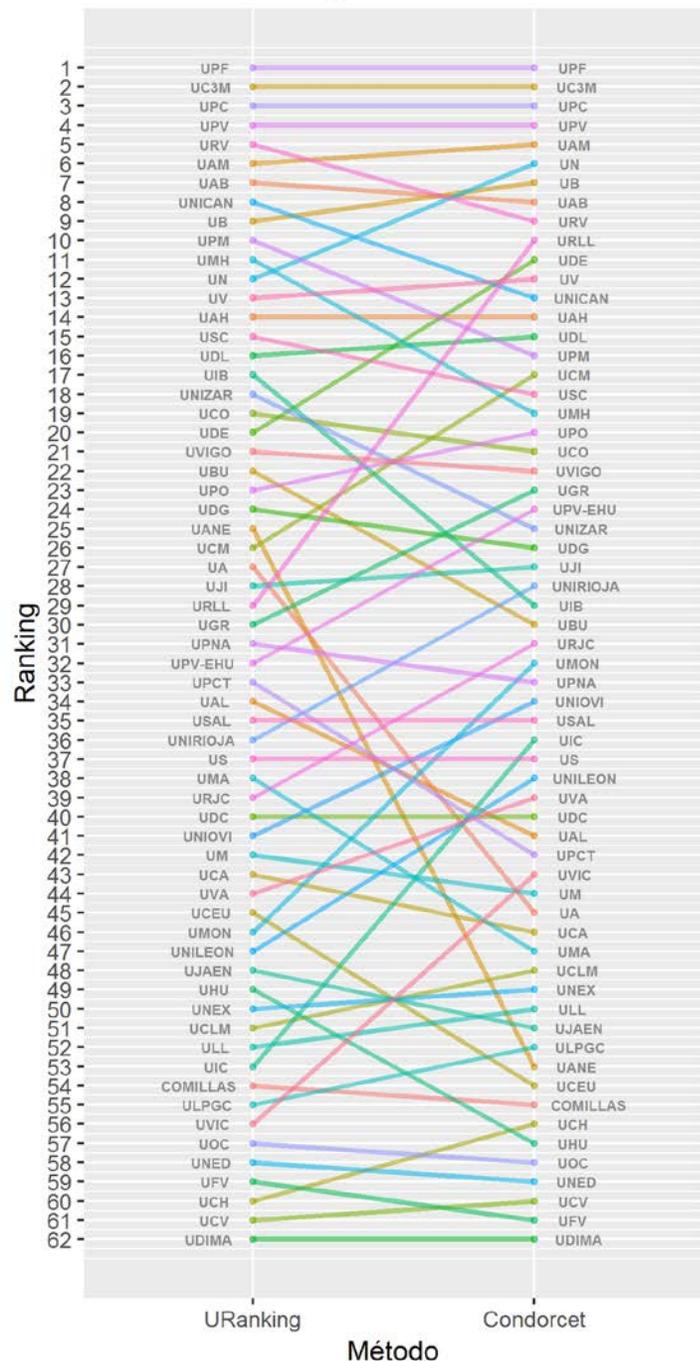
# Ranking de Universidades

U-Ranking versus Condorcet Ranking - Universidades



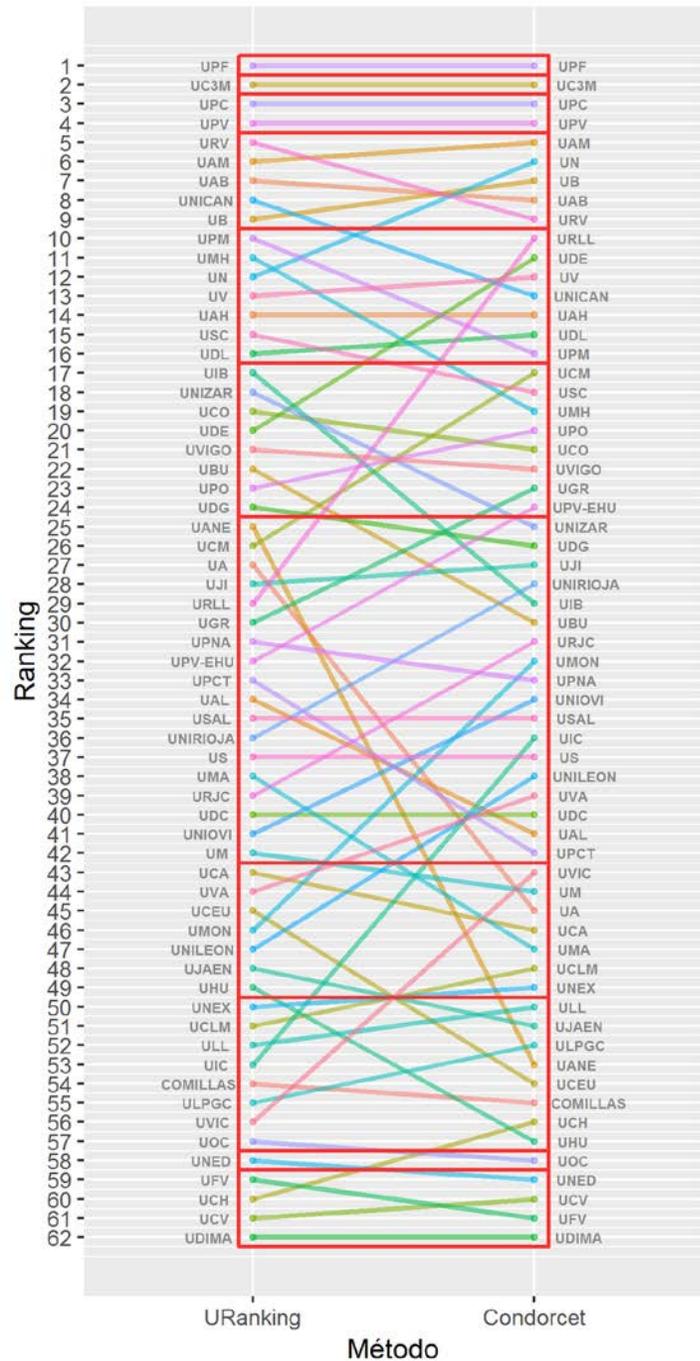
- La correlación entre ambos *rankings* es relativamente elevada, 0,91.
- El número medio de *re-rankings* es de 5, pero el gráfico permite comprobar que esta cifra se debe mayoritariamente a unas pocas universidades, fundamentalmente en el centro de la distribución.
- En los extremos las alteraciones son escasas.

# Ranking de Universidades



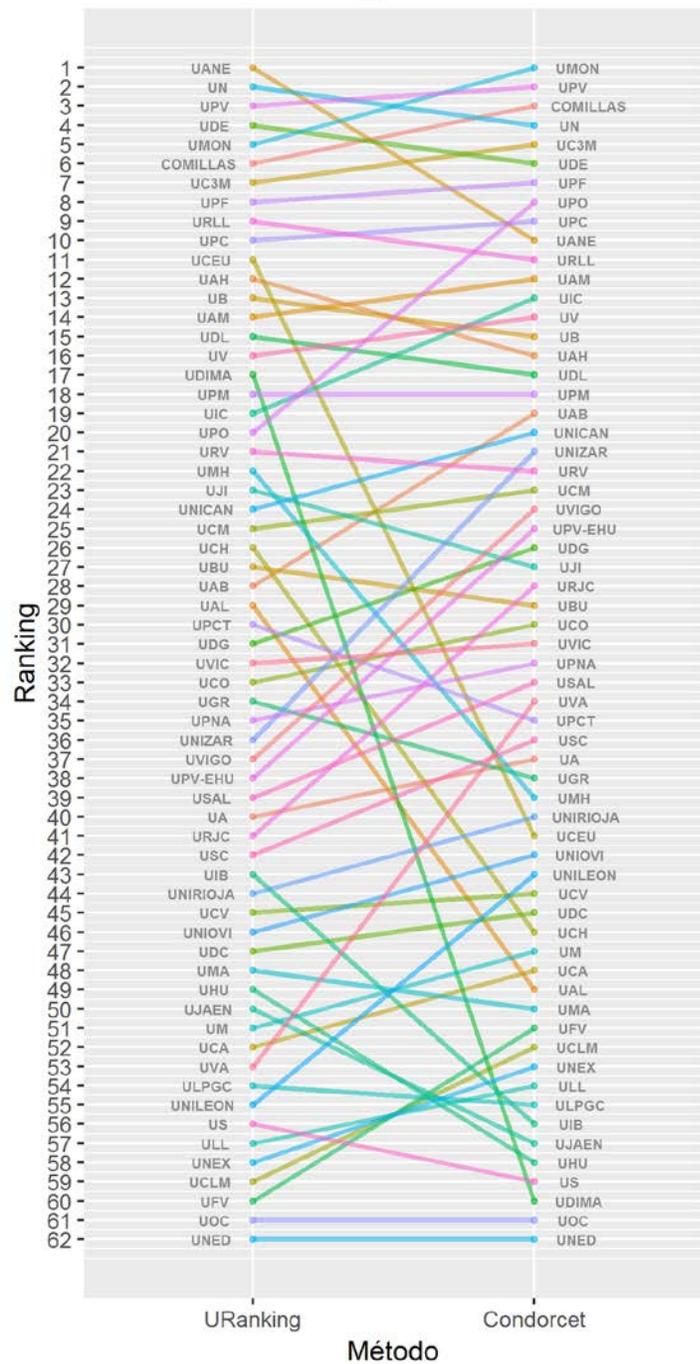
- Solo 3 universidades empeoran más de 10 posiciones en el *ranking* con este enfoque: Universidades de Nebrija, Alicante e Illes Balears.
- Solo 4 universidades mejoran más de 10 posiciones en el *ranking*, todas ellas privadas: Universitat Ramon Llull, Internacional de Cataluña, Mondragón Unibertsitatea y Universitat de Vic-Central de Catalunya.
- 9 universidades mantiene el *ranking*, incluidas las 4 primeras y la última.

# Ranking de Universidades



- Naturalmente el número de *re-rankings* es muy inferior si consideramos el nivel de agregación que ofrece U-Ranking, 11 grupos de 62 universidades.
- En este caso, solo 2 universidades empeoran más de dos agrupaciones: Universidades de Nebrija y Alicante.
- Y solo 1 universidad mejora más de dos agrupaciones: Universitat Ramon Llull.

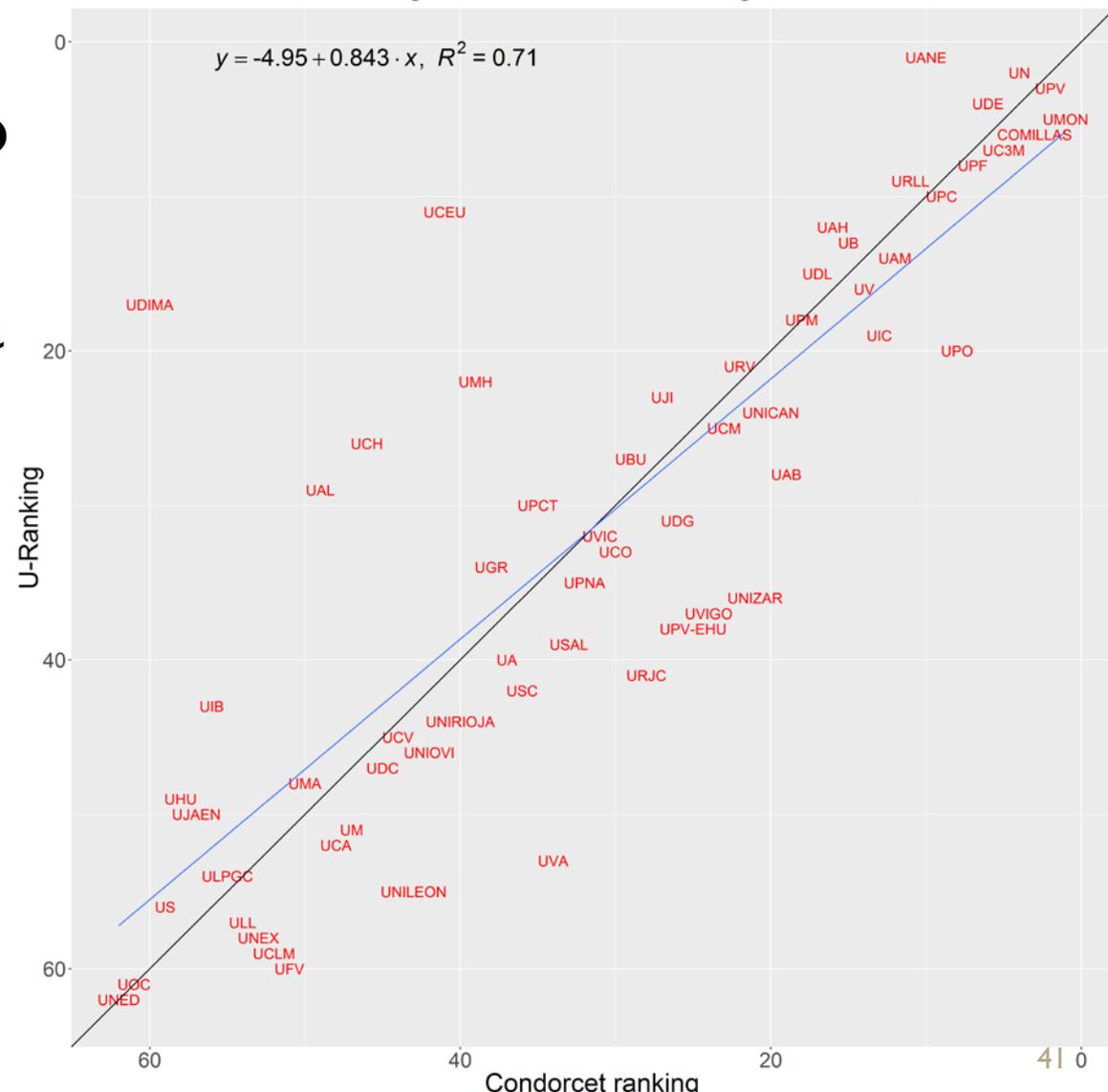
## Ranking Docencia



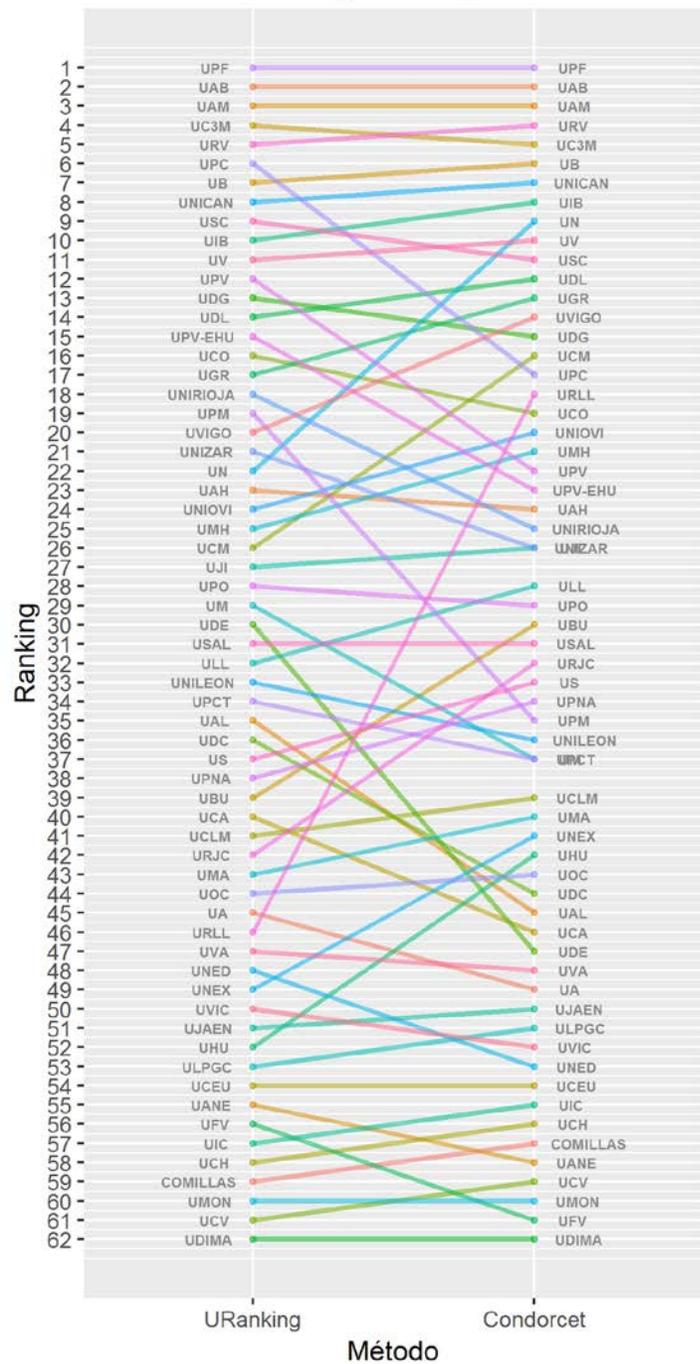
# Ranking de docencia

- El ranking de docencia es algo más volátil, sobre todo para algunas universidades y en la parte central de la distribución.

U-Ranking versus Condorcet Ranking - Docencia



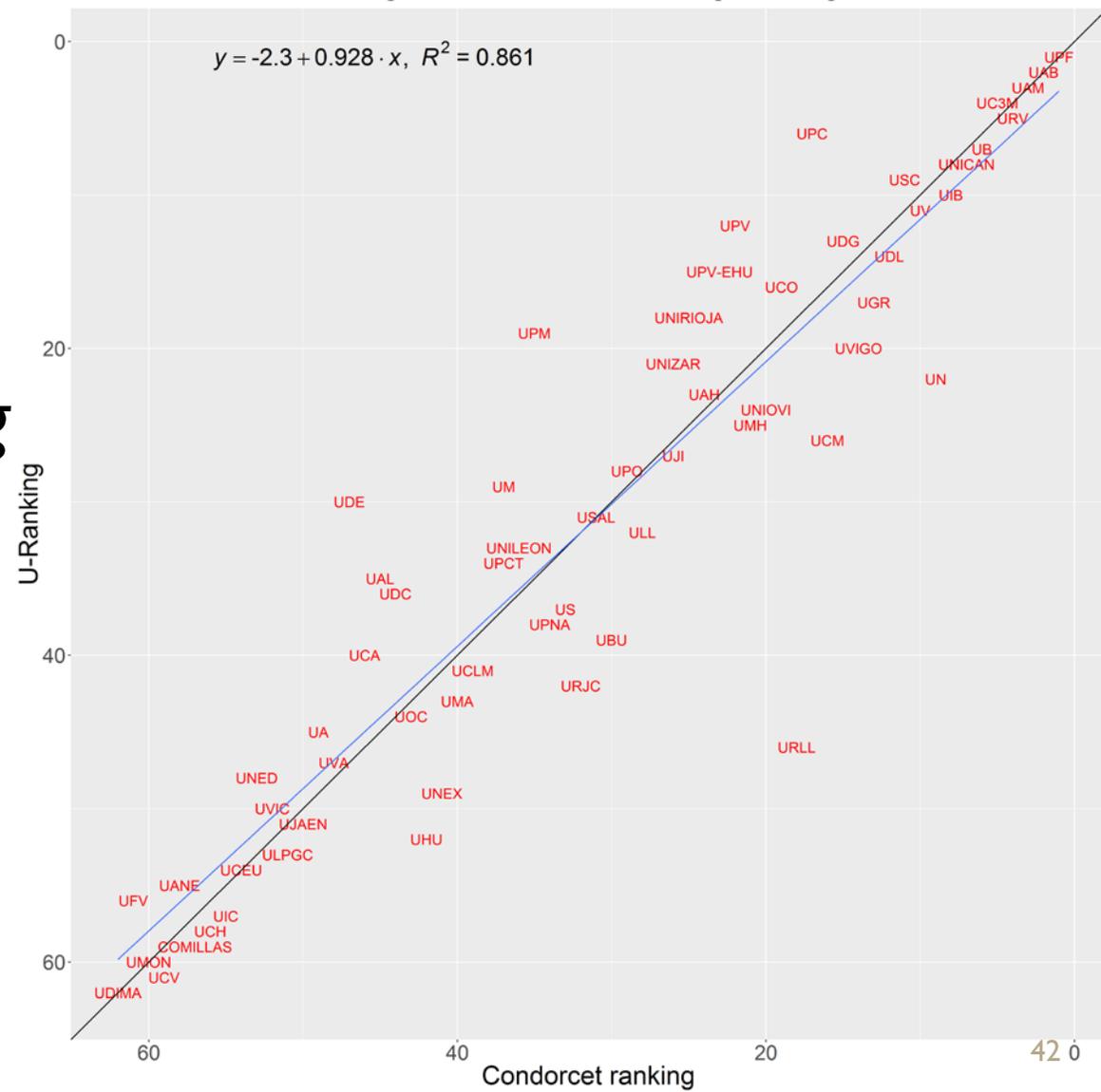
## Ranking Investigación



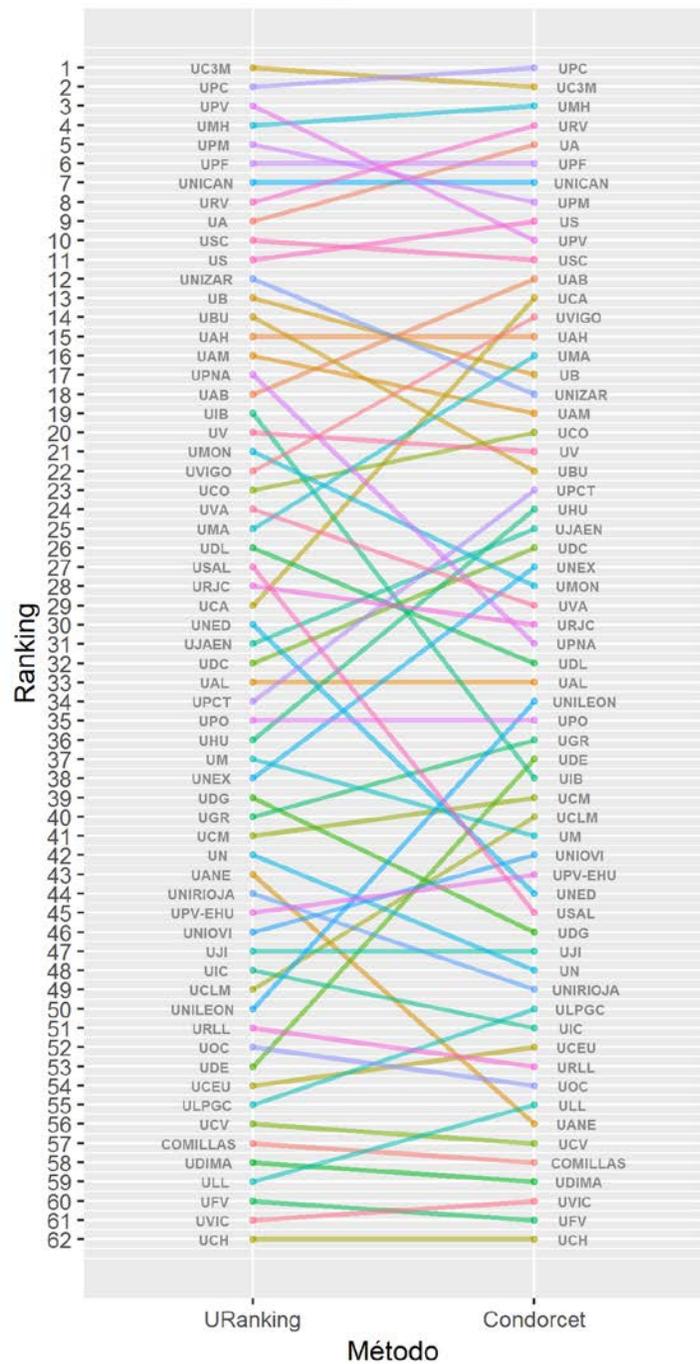
# Ranking de investigación

- El ranking de investigación muestra una estabilidad similar al *ranking* general de universidades.
- La correlación es de 0,93.

U-Ranking versus Condorcet Ranking - Investigación



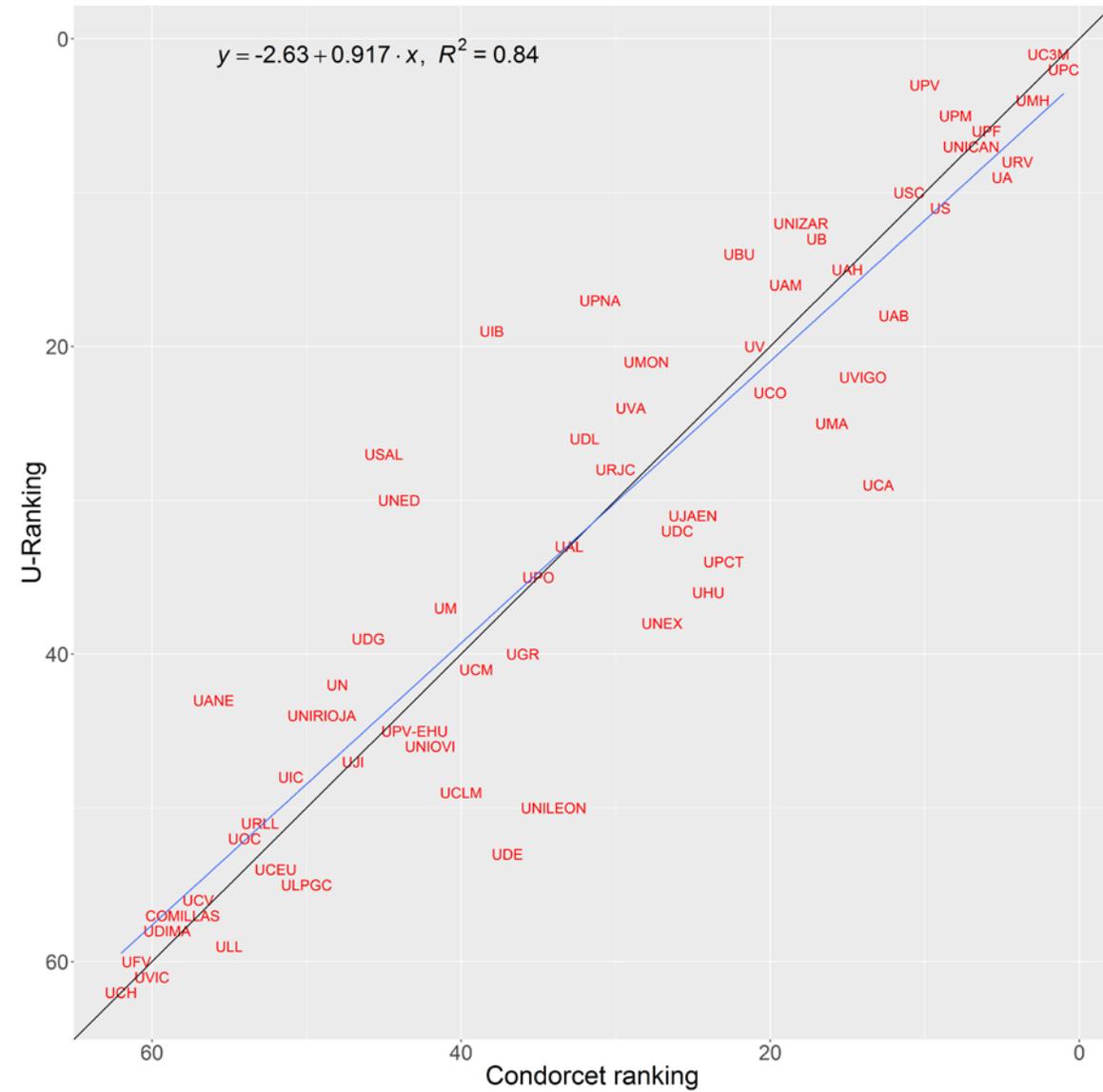
## Ranking Transferencia



# Ranking de transferencia

- Un resultado similar lo obtenemos con el ranking de transferencia, con una correlación de 0,92.

U-Ranking versus Condorcet Ranking - Transferencia



# ¿Podemos aprender algo de la teoría de la elección social?

- ¡Probablemente **sí!**
- La teoría de la elección social y el enfoque del análisis multicriterio ofrece una perspectiva diferente en la construcción de *rankings* que ofrece muchas ventajas, y naturalmente también algunos inconvenientes, pero que constituye una alternativa más que razonable a la agregación de *rankings* mediante la construcción de promedios.
- Es probable que veamos más aplicaciones en esta dirección en el futuro cercano.



**Muchas gracias por su atención**

**¿Preguntas?**

Seminario

4 de junio 2019

**Sistemas de información  
universitaria:**  
*Rankings e indicadores*

Fundación **BBVA**

**Ivie**