

Aplicación del software LYNEAL a la lexicología médica

Carlos Herrero Zorita
Hiroto Ueda
Antonio Moreno Sandoval

Objetivos

Estudiar la **frecuencia, productividad y compatibilidad** de temas prefijales médicos relacionados con **partes del cuerpo humano** y temas sufijales relacionados con **síntomas** usando técnicas estadísticas con LYNEAL

Objetivos

Ejemplos

Tema *prefijal*: *cardio-* (corazón)

Tema *sufijal*: *-algia* (dolor)

Objetivos

Preguntas a responder:

- ¿Cuál es su frecuencia de uso?
- ¿Pueden combinarse entre sí para formar *cardialgia*?
- ¿Es esta combinación sólida? ¿Regular o aleatoria? ¿Depende de frecuencia, similitud semántica?

Datos

- **Corpus:**
 - Subcorpus español de *Multimédica*.
 - Corpus médico escrito.
 - Discurso académico e informativo.
 - Más de 4 millones de palabras.

Objeto de estudio

- 13 prefijos médicos relacionados con el cuerpo humano:

cefal(o)-	Cabeza
cerebr(o)-	Cerebro
dermat(o)-	Piel
arteri(o)-	Arteria
artr(o)-	Articulación
oste(o)-	Hueso
neum(o)-	Pulmón
tiroid(o)-	Glándula tiroide
miel(o)-	Médula
hepat(o)-	Hígado
hem(o)-	Sangre
cardi(o)-	Corazón
ocul(o)-	Ojo

Objeto de estudio

- 13 sufijos médicos relacionados con síntomas:

-algia	Dolor
-itis	Infección
-tomía	Corte, incisión
-patía	Enfermedad
-osis	Proceso patológico
-génesis	Generación
-malacia	Ablandamiento
-oma	Tumor
-cele	Tumor
-cito	Célula
-megalia	Alargamiento irregular
-tóxico	Veneno
-oide	Parecido

Objeto de estudio

- 13 sufijos médicos relacionados con síntomas:

-algia	Dolor
-itis	Infección
-tomía	Corte, incisión
-patía	Enfermedad
-osis	Proceso patológico
-génesis	Generación
-malacia	Ablandamiento
-oma	Tumor
-cele	Tumor
-cito	Célula
-megalia	Alargamiento irregular
-tóxico	Venenoso
-oide	Parecido anatómico

Herramientas

- NÚMEROS y LYNEAL
 - Desarrollada por Hiroto Ueda
 - Herramienta online.
 - Operaciones estadísticas: análisis de **integración** y análisis de **relación**.

Análisis de integración

- **Objetivo:**
 - Distancia y correlación en el espacio euclídeo
 - Distribución en matrices
 - Reagrupación de filas y columnas con valores numéricos asignados.

Análisis de integración

- Ejemplo:

	L-1	L-2	L-3	L-4	Value
d-1	v	v			1.581
d-2			v		1.000
d-3		v			2.160
d-4			v	v	3.000
d-5	v	v	v		3.536
Value	2.236	2.160	4.082	5.000	



	L-2	L-1	L-3	L-4	Value
d-3	v				1.000
d-1	v	v			1.581
d-5	v	v	v		2.160
d-2			v		3.000
d-4			v	v	3.536
Value	2.160	2.236	4.082	5.000	

Perea and Ueda (2012)

Análisis de integración

- **Tres análisis:**
 - Análisis de distancia
 - Análisis de correspondencia/PCA
 - Análisis de cluster

Análisis de integración

- **Análisis de distancia**

- Hiroto Ueda

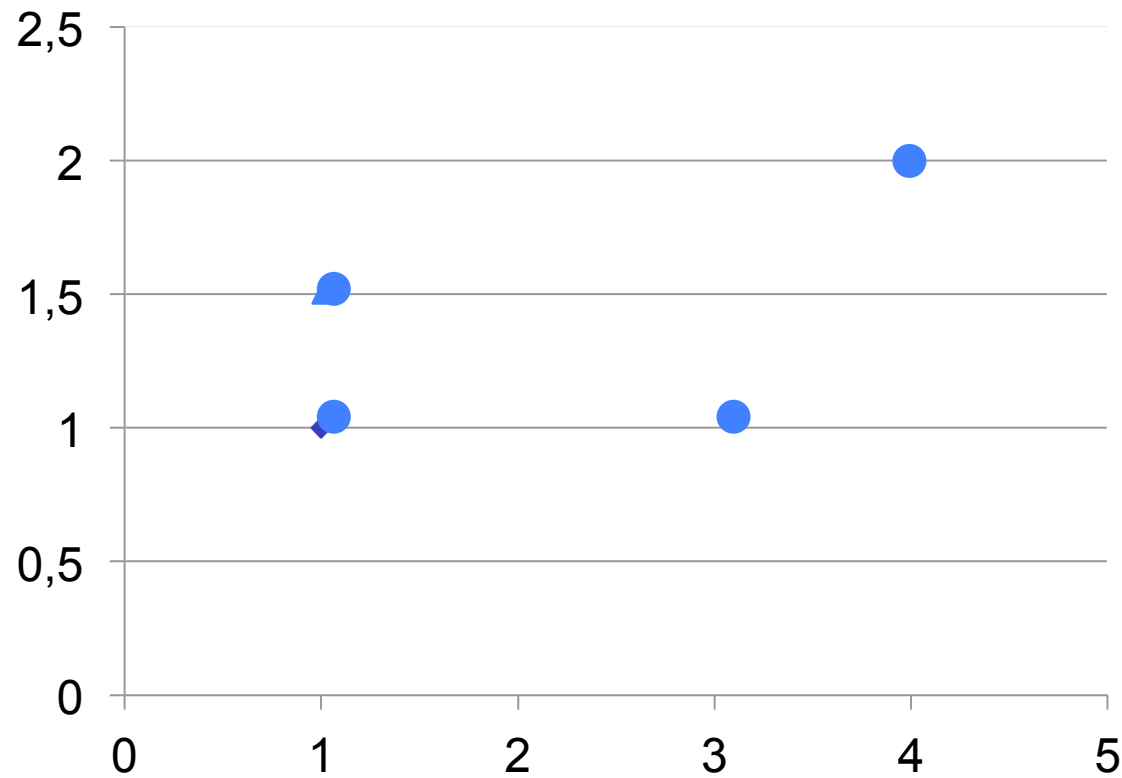
- Distancia al punto cero de los ejes

- Filas y columnas

- Distribución diagonal en matriz

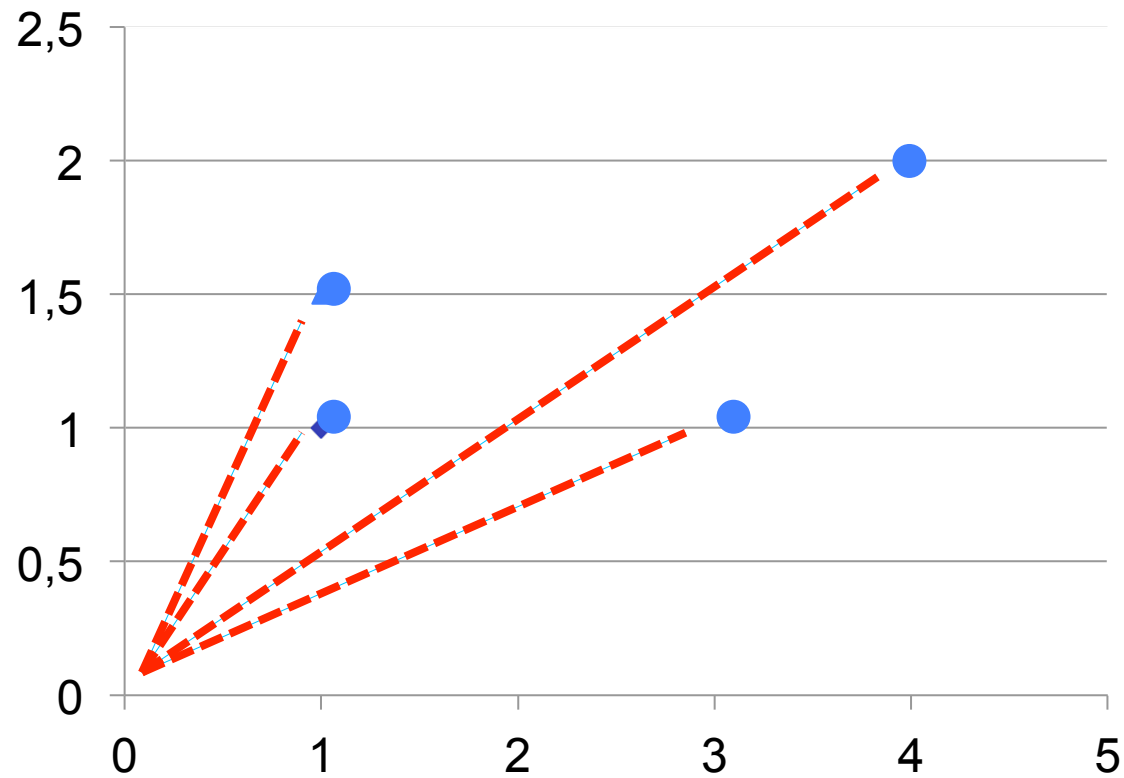
Análisis de integración

- Análisis de distancia



Análisis de integración

- Análisis de distancia

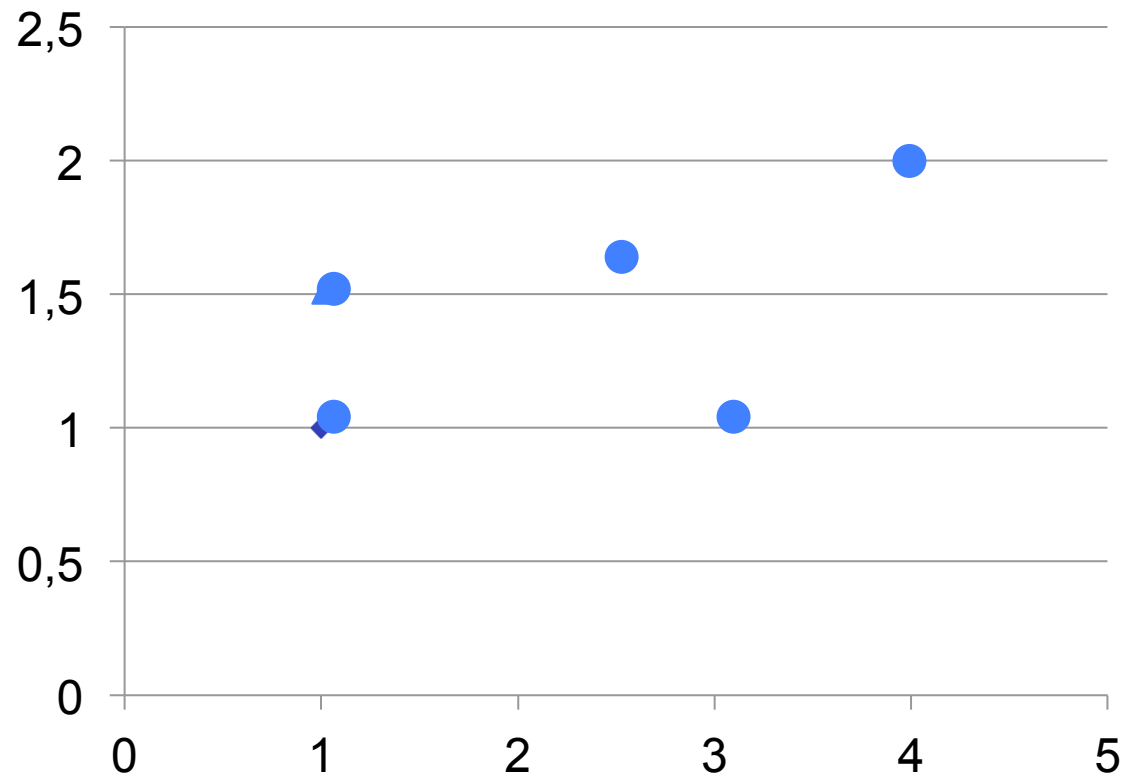


Análisis de integración

- **Análisis de correspondencia/PCA**
 - Nivel de variación en el espacio
 - Filas y columnas

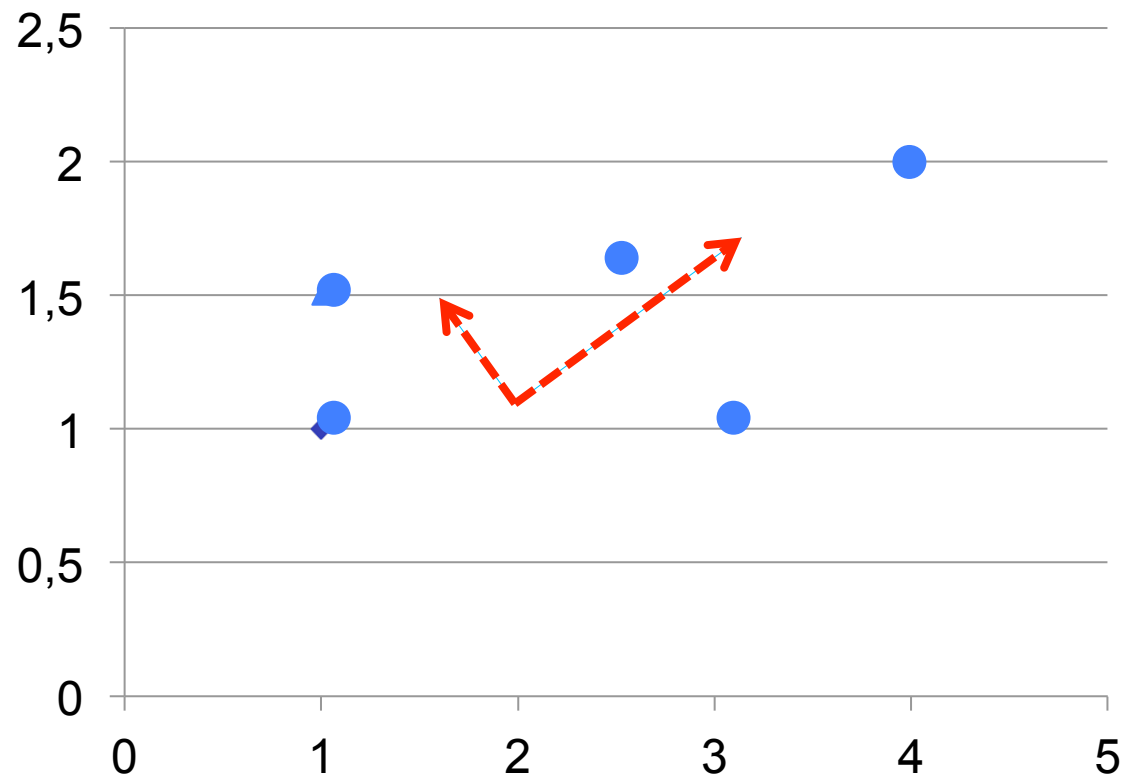
Análisis de integración

- Análisis de correspondencia/PCA



Análisis de integración

- Análisis de correspondencia/PCA

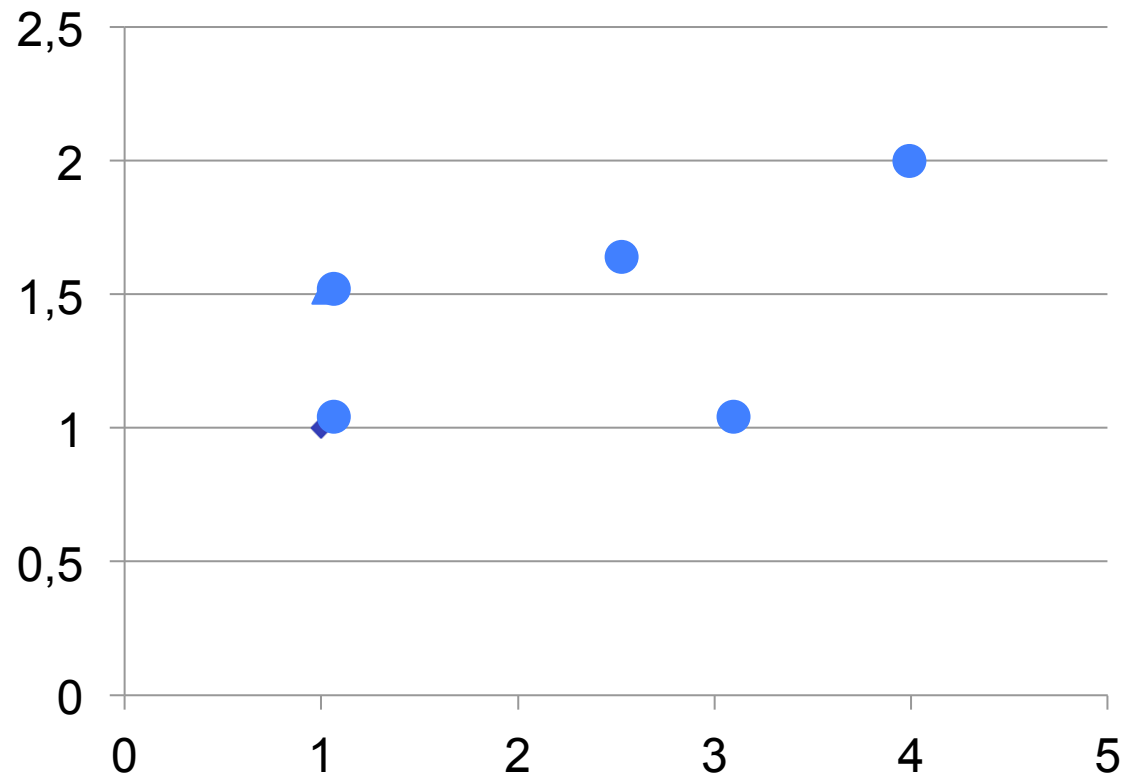


Análisis de integración

- **Análisis de cluster**
 - Distancia entre grupo de miembros
 - Distribución grupal
 - Filas y columnas

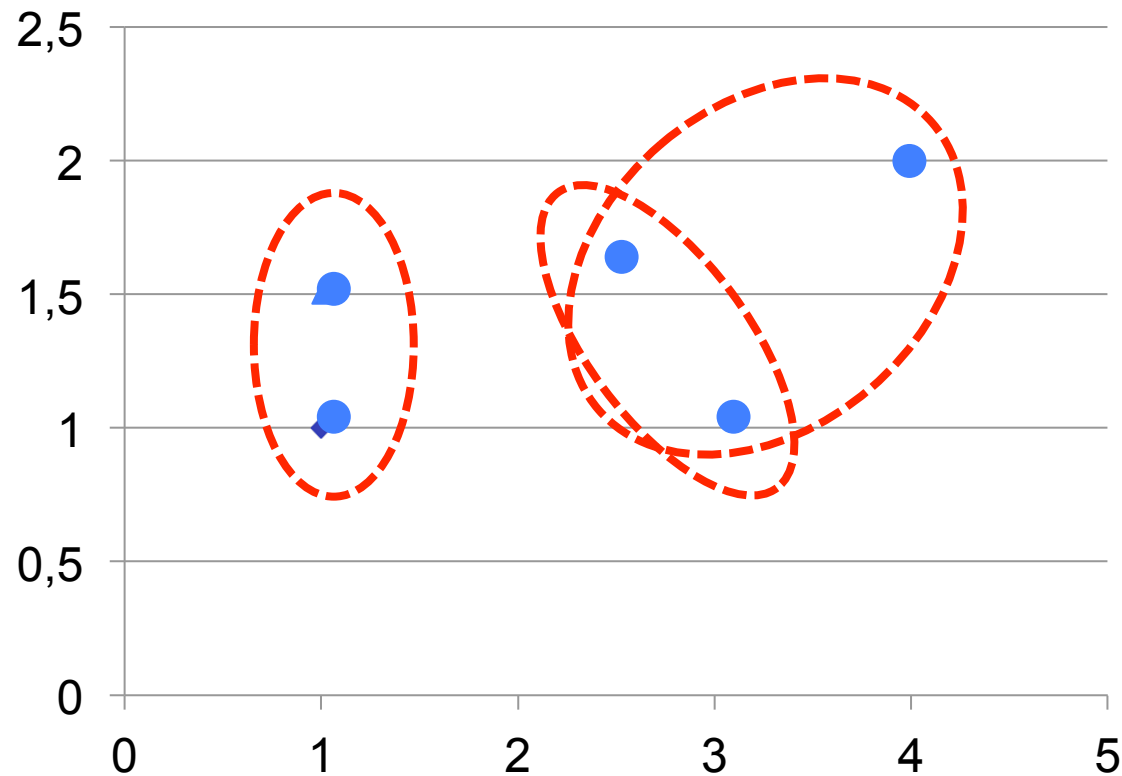
Análisis de integración

- Análisis de cluster



Análisis de integración

- Análisis de cluster



Análisis de relación

- **Objetivo:**
 - Relación por coocurrencia y probabilidad entre variables
 - Distribución en matrices
 - Basado en análisis de integración

Análisis de relación

	Libro	DVD	Revista
Comprador 1	1	0	1
Comprador 2	1	1	1
Comprador 3	1	0	1
Comprador 4	1	1	0

Análisis de relación

	Libro	DVD	Revista
Comprador 1	1	0	1
Comprador 2	1	1	1
Comprador 3	1	0	1
Comprador 4	1	1	0

Análisis de relación

	Libro	DVD	Revista
Comprador 1	1	0	1
Comprador 2	1	1	1
Comprador 3	1	0	1
Comprador 4	1	1	0

Análisis de relación

	Libro	DVD	Revista
Comprador 1	1	0	1
Comprador 2	1	1	1
Comprador 3	1	0	1
Comprador 4	1	1	0

Análisis de relación

	Libro	DVD	Revista
Comprador 1	1	0	1
Comprador 2	1	1	1
Comprador 3	1	0	1
Comprador 4	1	1	0

Pasos a seguir

- Observar la frecuencia de uso y productividad de los prefijos y sufijos médicos.
- Aplicar métodos estadísticos basados en matrices para comprobar la compatibilidad.

Resultados

Frecuencias de uso y
productividad

Resultados - Frecuencia: Prefijos

PREFIJO	ABSOLUTA	NORMALIZADA	TIPOS
HEMO-	4091	1014,84	68
ARTERI-	2628	651,92	55
HEPAT-	2616	648,94	40
CARDIO-	2264	561,62	34
CEREBR-	2262	561,13	33
NEUMO-	1708	423,70	30
ARTR-	1202	298,18	24
OSTEO-	1167	289,49	23
CEFAL-	1158	287,26	23
MUSCUL-	1155	286,52	15
TIROID-	974	241,62	11
ABDOMIN-	905	224,50	10
MIELO-	758	188,03	10
OCUL-	705	174,89	5
DERMAT-	441	109,40	4

Resultados – Productividad: Prefijos

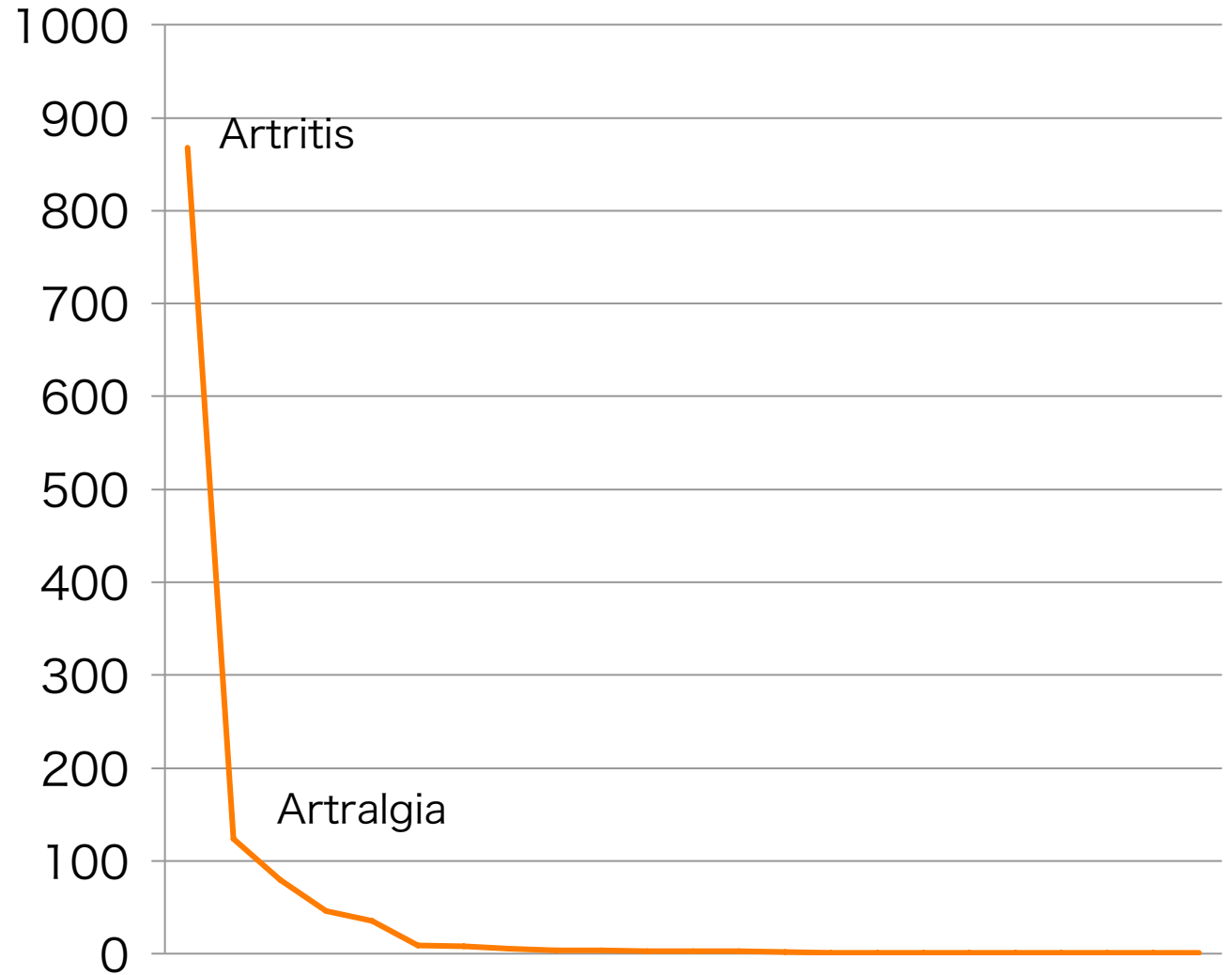
PREFIJO	LEMA	NORMALIZADA	RELATIVA
HEMO-	Hemorragia	419,23	41,31
HEPAT-	Hepatitis	392,19	60,16
CEREBR-	Cerebral	360,44	55,54
ARTERI-	Arterial	328,69	58,52
CARDIO-	Cardiovascular	315,79	56,28
ABDOMIN-	Abdominal	222,76	52,58
ARTR-	Artritis	214,33	71,88
NEUMO-	Neumonía	208,38	71,98
CEFAL-	Cefalea	134,45	46,80
TIROID-	Tiroideo	121,55	42,42
OCUL-	Ocular	103,44	42,81
DERMAT-	Dermatitis	54,57	24,31
OSTEO-	Osteoporosis	51,10	27,18
MIELO-	Mieloma	49,37	28,23
MUSCUL-	Musculatura	15,88	14,51

TÉRMINOS CON ARTR.

Resultados – Productividad: Prefijos

Artritis
Artralgia
Artropatía
Artrópodo
Artrosis
Artroplastia
Artrítico
Artroscopia
Artroscópico
Artrotomía
Artroconidio
Artrografía
Artromialgia
Artrocalásico
Artritisartralgia
Artritógeno
Artrocentesis

...



Resultados - Frecuencia: Sufijos

SUFIJO	ABSOLUTA	NORMALIZADA	TIPOS
-ITIS	11683	2898,16	439
-OSIS	11642	2887,99	282
-PATÍA	5444	1350,48	195
-OMA	4646	1152,52	172
-TOMÍA	1382	342,83	124
-OIDE	1350	334,89	116
-ALGIA	808	200,44	55
-MEGALIA	451	111,88	42
-GÉNESIS	386	95,75	36
-CITO	288	71,44	23
-TÓXICO	225	55,82	22
-MALACIA	66	16,37	15
-BLASTO	42	10,42	11
-CELE	18	4,47	5

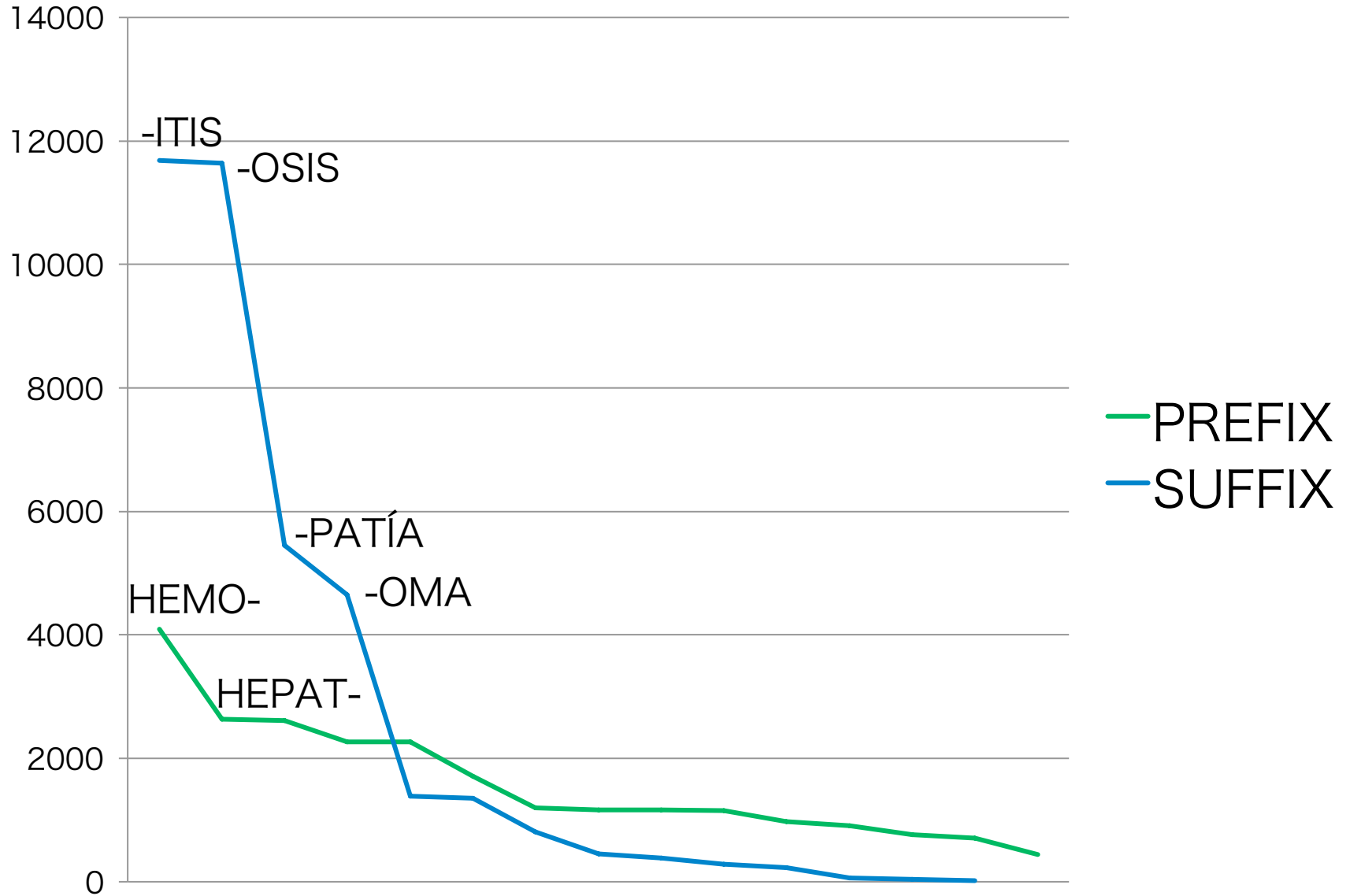
Resultados - Frecuencia: Sufijos

SUFIJO	ABSOLUTA	NORMALIZADA	TIPOS
-ITIS	11683	2898,16	439
-OSIS	11642	2887,99	282
-PATÍA	5444	1350,48	195
-OMA	4646	1152,52	172
-TOMÍA	1382	342,83	124
-OIDE	1350	334,89	116
-ALGIA	808	200,44	55
-MEGALIA	451	111,88	42
-GÉNESIS	386	95,75	36
-CITO	288	71,44	23
-TÓXICO	225	55,82	22
-MALACIA	66	16,37	15
-BLASTO	42	10,42	11
-CELE	18	4,47	5

Resultados – Productividad: Sufijos

SUFIJO	LEMA	NORMALIZADA	RELATIVA
-ITIS	Hepatitis	393,68	13,58
-OSIS	Estenosis	215,07	7,45
-PATÍA	Neuropatía	175,14	12,97
-OMA	Linfoma	132,22	11,47
-OIDE	Reumatoide	84,09	25,11
-ALGIA	Mialgia	49,86	24,88
-MEGALIA	Esplenomegalia	39,44	35,25
-TÓXICO	Citotóxico	30,51	54,67
-TOMÍA	Anatomía	22,57	6,58
-CITO	Linfocito	17,36	24,31
-GÉNESIS	Angiogénesis	16,62	17,36
-MALACIA	Osteomalacia	14,88	90,91
-BLASTO	Citoblasto	3,47	33,33
-CELE	Mielomeningocele	0,50	11,11

Resultados – Frecuencia



Resultados

Análisis de combinaciones
prefijo-sufijo

Matriz resultados de combinación

Prefijos



Sufijos



	-algia	-cele	-cito	-génesis	-itis	-malacia	-megalia	-oide	-oma	-osis	-patía	-tomía	-tóxico
arteri(o)-				1	2					4	1	1	
artr(o)-	3				3					2	2	1	
cardi(o)-							1			1	2		1
cefal(o)-	1												
cerebr(o)-					2					1			
dermat(o)-					4				2	7			
hem(o)-								1		2	3	1	
hepat(o)-			1		2		2		3	1	1	1	1
miel(o)-		1	1		1		1	1	2	2			1
neum(o)-			1		1				1	2	1	1	
ocul(o)-											1		
oste(o)-			1	2	3	1		1	5	8	2	1	
tiroid(o)-					1						1	1	

Matriz resultados de combinación

Prefijos



Sufijos



	-algia	-cele	-cito	-génesis	-itis	-malacia	-megalia	-oide	-oma	-osis	-patía	-tomía	-tóxico
arteri(o)-				1	2					4	1	1	
artr(o)-	3				3					2	2	1	
cardi(o)-							1			1	2		1
cefal(o)-	1												
cerebr(o)-					2					1			
dermat(o)-					4				2	7			
hem(o)-								1		2	3	1	
hepat(o)-			1		2		2		3	1	1	1	1
miel(o)-		1	1		1		1	1	2	2			1
neum(o)-			1		1				1	2	1	1	
ocul(o)-											1		
oste(o)-			1	2	3	1		1	5	8	2	1	
tiroid(o)-					1						1	1	

Matriz resultados de combinación

Prefijos



Sufijos



	-algia	-cele	-cito	-génesis	-itis	-malacia	-megalia	-oide	-oma	-osis	-patía	-tomía	-tóxico
arteri(o)-				1	2					4	1	1	
artr(o)-	3				3					2	2	1	
cardi(o)-							1			1	2		1

Cardiopatía (“enfermedad del corazón”)

Cardiomiopatía (“enfermedad del músculo del corazón”)

Matriz resultados de combinación

Resultados – Análisis

	-algia	-cele	-cito	-génesis	-itis	-malacia	-megalia	-oide	-oma	-osis	-patía	-tomía	-tóxico
arteri(o)-				1	2					4	1	1	
artr(o)-	3				3					2	2	1	
cardi(o)-							1			1	2		1
cefal(o)-	1												
cerebr(o)-					2					1			
dermat(o)-					4				2	7			
hem(o)-								1		2	3	1	
hepat(o)-			1		2		2		3	1	1	1	1
miel(o)-		1	1		1		1	1	2	2			1
neum(o)-			1		1				1	2	1	1	
ocul(o)-											1		
oste(o)-			1	2	3	1		1	5	8	2	1	
tiroid(o)-					1						1	1	

• Análisis de distancia

Dst.cct.	-algia	-génesis	-itis	-malacia	-osis	-oma	-tomía	-cito	-oide	-cele	-patía	-megalia	-tóxico	Value
cefal(o)-	1													1,00
cerebr(o)-			2		1									3,79
dermat(o)-			4		7	2								4,67
arteri(o)-		1	2		4		1				1			5,92
artr(o)-	3		3		2		1				2			6,16
oste(o)-		2	3	1	8	5	1	1	1		2			6,67
neum(o)-			1		2	1	1	1			1			7,09
tiroid(o)-			1				1				1			8,21
miel(o)-			1		2	2		1	1	1		1	1	8,85
hepat(o)-			2		1	3	1	1			1	2	1	9,04
hem(o)-					2		1		1		3			9,74
cardi(o)-					1						2	1	1	11,64
ocul(o)-											1			12,00
Value	4,36	5,42	5,86	6,00	6,36	7,39	7,66	8,15	8,91	9,00	9,15	10,31	10,41	

• Análisis de distancia

Dst.cct.	-algia	-génesis	-itis	-malacia	-osis	-oma	-tomía	-cito	-oide	-cele	-patía	-megalia	-tóxico	Value
cefal(o)-	1		2		1						1			1,00
cerebr(o)-			2		1						1			3,79
dermat(o)-			4		7	2								4,67
arteri(o)-		1	2		4		1				1			5,92
artr(o)-	3		3		2		1				2			6,16
oste(o)-		2	3	1	8	5	1	1	1		2			6,67
neum(o)-			1		2	1	1	1			1			7,09
tiroid(o)-			1				1				1			8,21
miel(o)-			1		2	2		1	1	1		1	1	8,85
hepat(o)-			2		1	3	1	1			1	2	1	9,04
hem(o)-					2		1		1		3			9,74
cardi(o)-					1						2	1	1	11,64
ocul(o)-											1			12,00
Value	4,36	5,42	5,86	6,00	6,36	7,39	7,66	8,15	8,91	9,00	9,15	10,31	10,41	

• Análisis de correspondencia/CPA

Dst.cct.	-algia	-itis	-tomía	-patía	-osis	-génesis	-malacia	-oma	-oide	-cito	-megalia	-tóxico	-cele	Value
cefal(o)-	1													- 7,01
artr(o)-	3	3	1	2	2									- 2,06
tiroid(o)-		1	1	1										- ,33
ocul(o)-				1										- ,29
cerebr(o)-		2			1									- ,19
arteri(o)-		2	1	1	4	1								- ,01
dermat(o)-		4			7			2						,12
neum(o)-		1	1	1	2			1		1				,18
hem(o)-			1	3	2				1					,21
oste(o)-		3	1	2	8	2	1	5	1	1				,36
cardi(o)-				2	1						1	1		,41
hepat(o)-		2	1	1	1			3		1	2	1		,53
miel(o)-		1			2			2	1	1	1	1	1	,79
Value	- 4,81	- ,26	- ,24	- ,20	,13	,34	,52	,60	,66	,68	,83	,84	1,15	

- Análisis de correspondencia/CPA

Dst.cct.	-algia	-itis	-tomía	-patía	-osis	-génesis	-malacia	-oma	-oide	-cito	-megalia	-tóxico	-cele	Value
cefal(o)-	1													- 7,01
artr(o)-	3	3	1	2	2									- 2,06
tiroid(o)-		1	1	1										- ,33
ocul(o)-				1										- ,29
cerebr(o)-		2			1									- ,19
arteri(o)-		2	1	1	4	1								- ,01
dermat(o)-		4			7			2						,12
neum(o)-		1	1	1	2			1		1				,18
hem(o)-			1	3	2				1					,21
oste(o)-		3	1	2	8	2	1	5	1	1				,36
cardi(o)-				2	1							1		,41
hepat(o)-		2	1	1	1			3		1	2			,53
miel(o)-		1			2			2	1	1	1		1	,79
Value	- 4,81	- ,26	- ,24	- ,20	,13	,34	,52	,60	,66	,68	,83	,84	1,15	

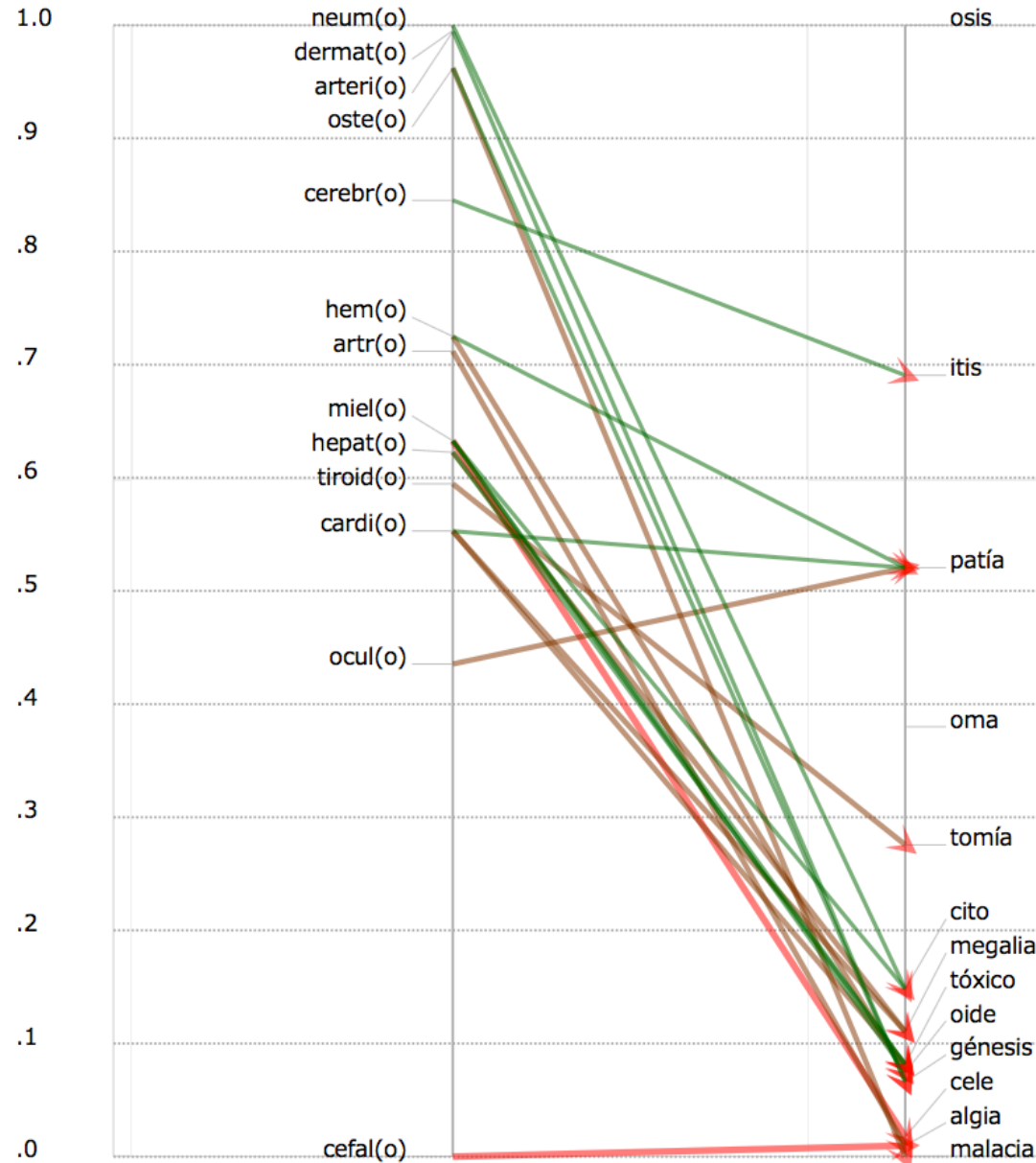
- Análisis de cluster

Dst.cct.	-algia	-oide	-cito	-oma	-génesis	-malacia	-itis	-osis	-patía	-tomía	-cele	-megalia	-tóxico	Value
arteri(o)-					1		2	4	1	1				
dermat(o)-				2			4	7						,06
oste(o)-		1	1	5	2	1	3	8	2	1				,14
neum(o)-			1	1			1	2	1	1				,26
artr(o)-	3						3	2	2	1				,49
cerebr(o)-							2	1						,67
hepat(o)-			1	3			2	1	1	1		2	1	1,02
miel(o)-		1	1	2			1	2			1	1	1	1,23
cardi(o)-								1	2			1	1	1,65
ocul(o)-									1					1,78
hem(o)-		1						2	3	1				1,97
tiroid(o)-							1		1	1				2,27
cefal(o)-	1													2,84
Value		,61	,86	,97	1,21	1,26	1,58	1,71	2,11	2,31	2,81	3,09	3,13	

- Análisis de cluster

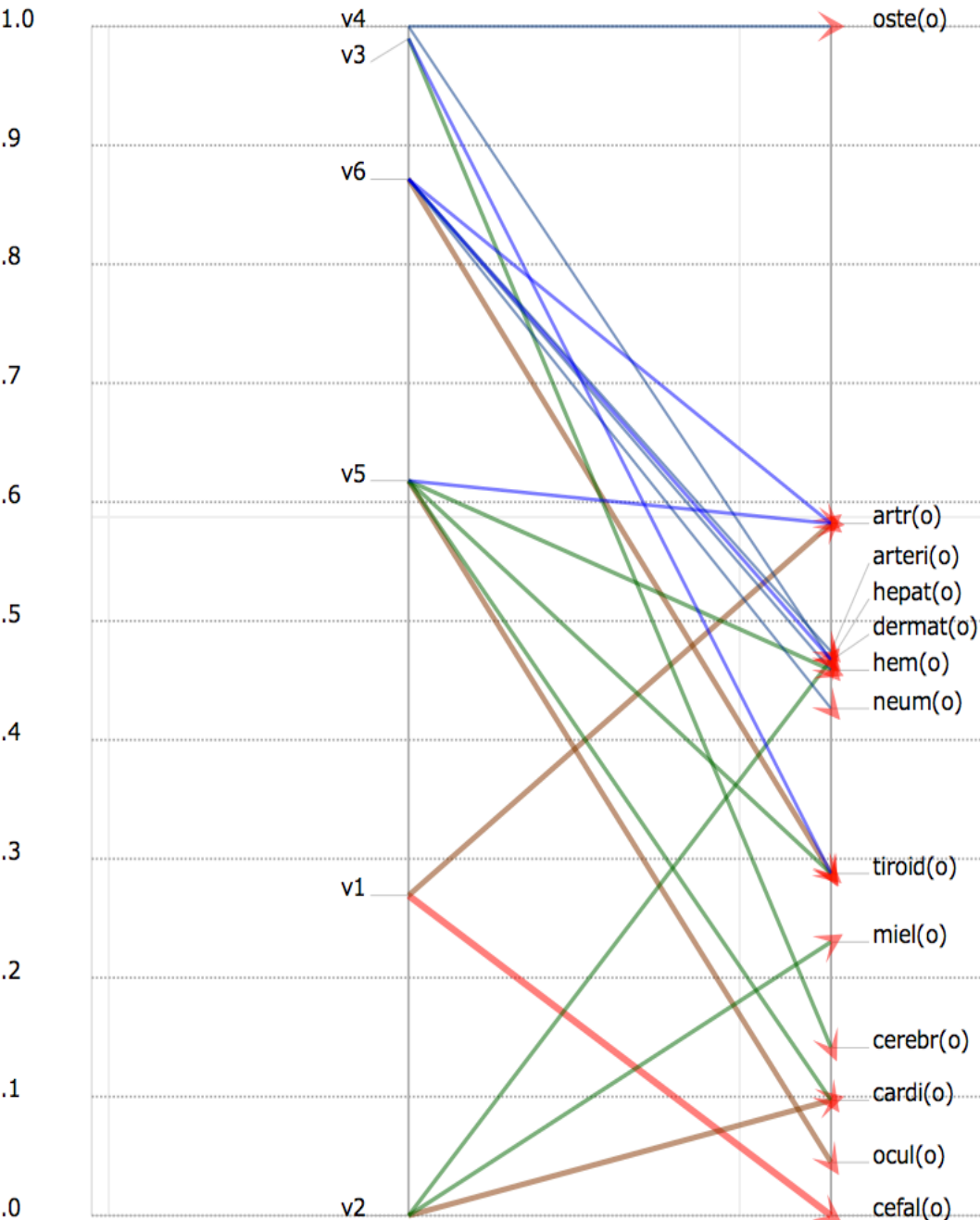
Dst.cct.	-algia	-oide	-cito	-oma	-génesis	-malacia	-itis	-osis	-patía	-tomía	-cele	-megalia	-tóxico	Value
arteri(o)-					1		2	4	1	1				
dermat(o)-				2			4	7						,06
oste(o)-		1	1	5	2	1	3	8	2	1				,14
neum(o)-			1	1			1	2	1	1				,26
artr(o)-	3						3	2	2	1				,49
cerebr(o)-							2	1						,67
hepat(o)-			1	3			2	1	1	1		2	1	1,02
miel(o)-		1	1	2			1	2			1	1	1	1,23
cardi(o)-								1	2			1	1	1,65
ocul(o)-									1					1,78
hem(o)-		1						2	3	1				1,97
tiroid(o)-							1		1	1				2,27
cefal(o)-	1													2,84
Value		,61	,86	,97	1,21	1,26	1,58	1,71	2,11	2,31	2,81	3,09	3,13	

• Análisis bidimensional simple



Xn	Yn	P(X>Y)	T
cefal(o)	algia	1.000	.931
miel(o)	cele	.091	.821
ocul(o)	patía	1.000	.778
artr(o)	algia	.273	.768
cardi(o)	tóxico	.200	.764
cardi(o)	megalía	.200	.683
hem(o)	oide	.143	.669
tiroid(o)	tomía	.333	.669
hepat(o)	megalía	.167	.631
oste(o)	malacia	.042	.631

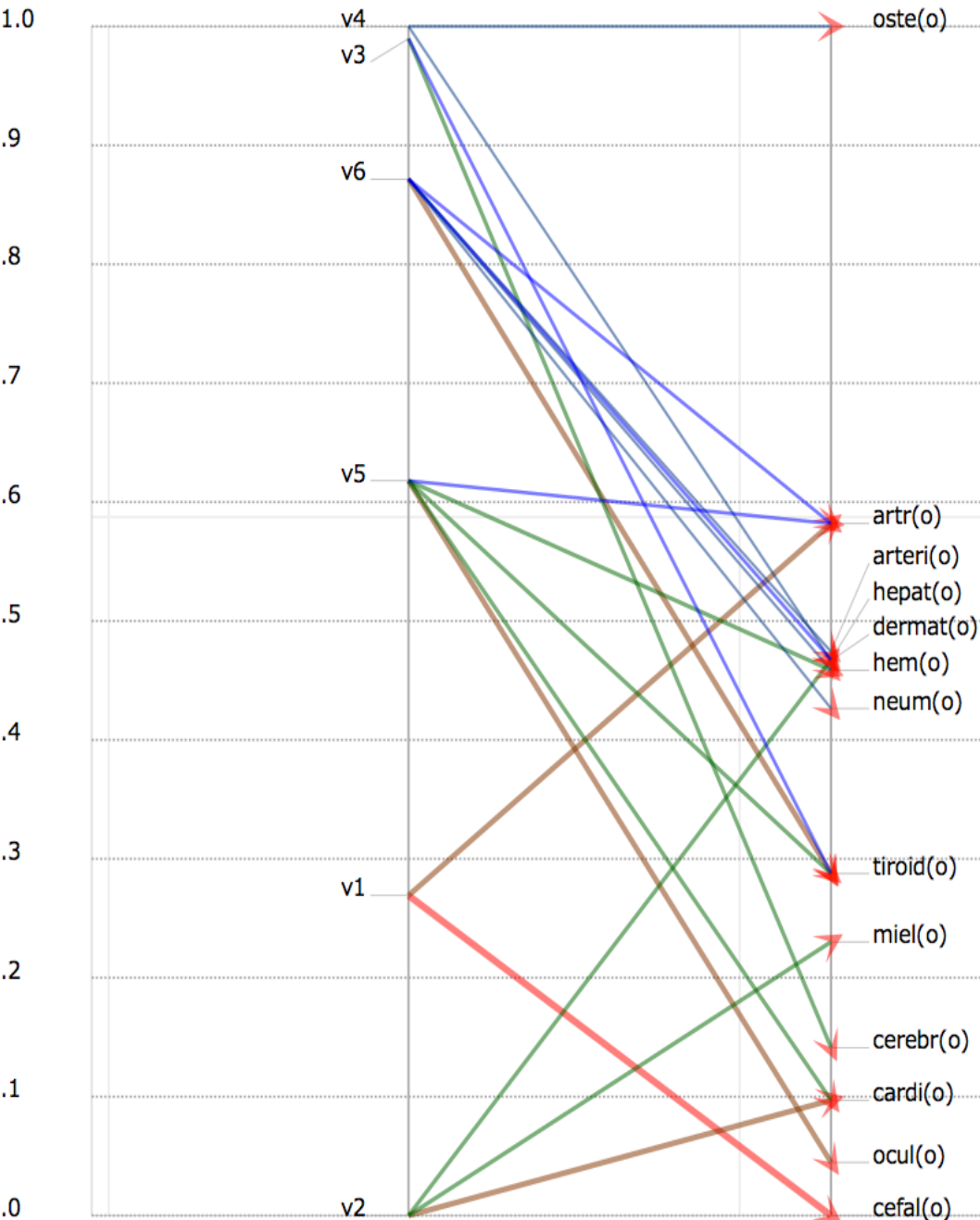
• Análisis bimensional grupal



- v1 -algia
- v2 -cele, -megalia, -tóxico
- v3 -cito, -itis, -oide
- v4 -génesis, -malacia, -oma, -osis
- v5 -patía
- v6 -tomía

Xn	Yn	P(X>Y)	T
v1	cefal(o)	.250	.927
v5	ocul(o)	.071	.767
v1	artr(o)	.750	.757
v2	cardi(o)	.250	.683
v6	tiroid(o)	.143	.669
v2	miel(o)	.375	.598
v2	hepat(o)	.375	.536
v5	hem(o)	.214	.529

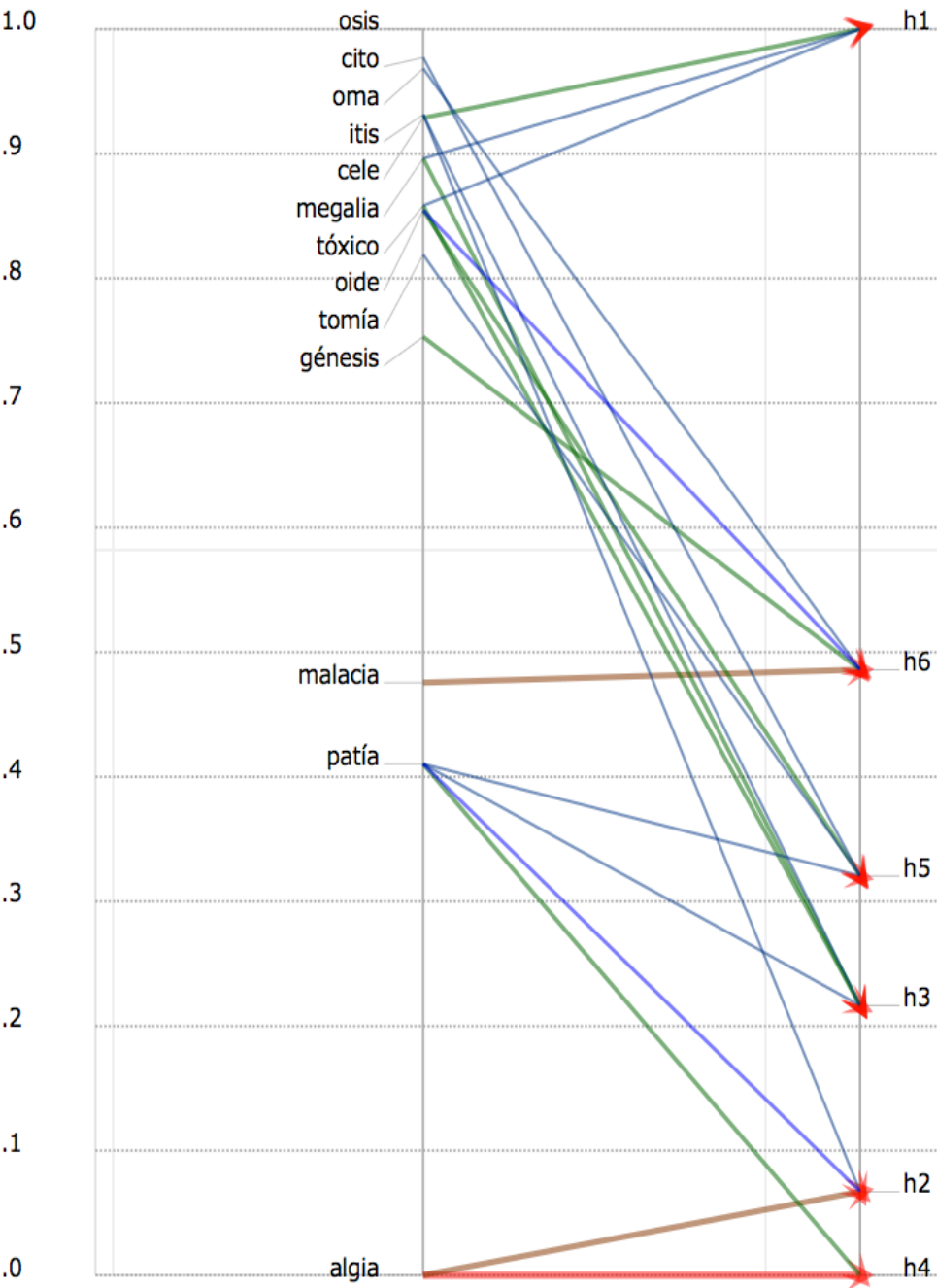
• Análisis bimensional grupal



- v1 -algia
- v2 -cele, -megalia, -tóxico
- v3 -cito, -itis, -oide
- v4 -génesis, -malacia, -oma, -osis
- v5 -patía
- v6 -tomía

Xn	Yn	P(X>Y)	T
v1	cefal(o)	.250	.927
v5	ocul(o)	.071	.767
v1	artr(o)	.750	.757
v2	cardi(o)	.250	.683
v6	tiroid(o)	.143	.669
v2	miel(o)	.375	.598
v2	hepat(o)	.375	.536
v5	hem(o)	.214	.529

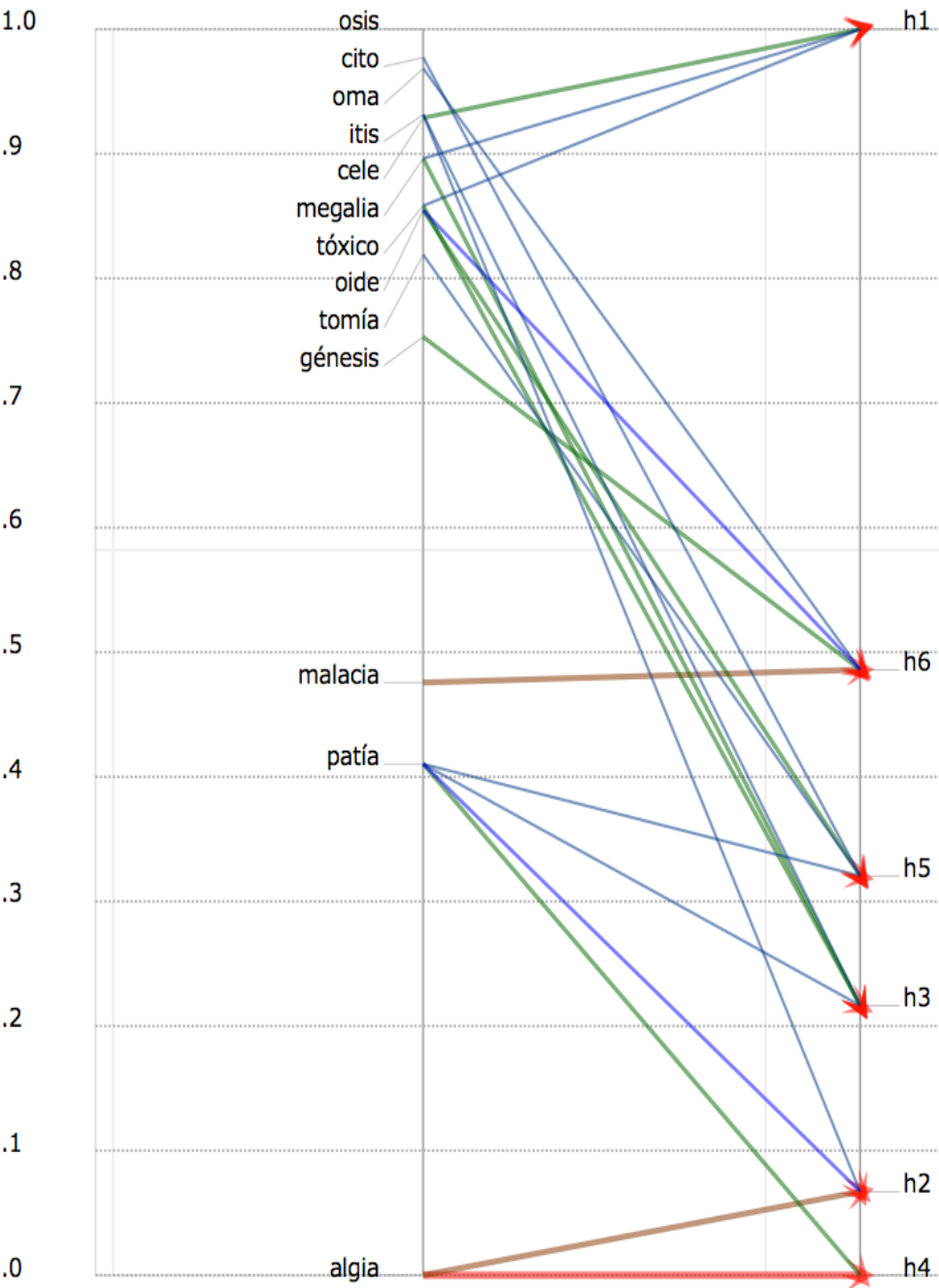
• Análisis bimensional grupal



h1 arteri(o)-, dermat(o)-, hepat(o)-, miel(o)-
 h2 artr(o)-
 h3 cardi(o)-, cerebr(o)-, tiroid(o)-
 h4 cefal(o)-, ocul(o)-
 h5 hem(o)-, neum(o)-
 h6 oste(o)-

Xn	Yn	P(X>Y)	T
algia	h4	.250	.860
algia	h2	.750	.757
malacia	h6	1.000	.631
patía	h4	.071	.582
tóxico	h3	.333	.525
génesis	h6	.667	.493
oide	h5	.333	.432
cele	h1	1.000	.413

• Análisis bidimensional grupal



h1 arteri(o)-, dermat(o)-, hepat(o)-, miel(o)-
 h2 artr(o)-
 h3 cardi(o)-, cerebr(o)-, tiroid(o)-
 h4 cefal(o)-, ocul(o)-
 h5 hem(o)-, neum(o)-
 h6 oste(o)-

Xn	Yn	P(X>Y)	T
algia	h4	.250	.860
algia	h2	.750	.757
malacia	h6	1.000	.631
patía	h4	.071	.582
tóxico	h3	.333	.525
génesis	h6	.667	.493
oide	h5	.333	.432
cele	h1	1.000	.413

Conclusiones

- Este trabajo ha proporcionado una oportunidad para aplicar los análisis de integración y relación por el programa LYNEAS al área de la lexicología médica.
- Los análisis otorgan información adicional más allá de las frecuencias, y demuestran que el proceso de combinación no es uniforme y no depende enteramente de la calidad semántica.

Conclusiones

- Existe una clara diferencia entre el uso de los prefijos y los sufijos. Los prefijos son menos frecuentes, pero más regulares entre sí. Los sufijos tienen una alta frecuencia y sufren mucha más irregularidad combinatoria.
- Destacan por su independencia:
 - –algia (“dolor”). Contenido semántico muy restringido. Poca frecuencia, fuerte combinación
 - –patía (“enfermedad”). Significado general. Mucha frecuencia, fuerte combinación.

Conclusiones

- El estudio ha demostrado que la observación de frecuencias no es suficiente a la hora de establecer relaciones entre prefijos/sufijos.
- Una frecuencia muy alta en un prefijo/sufijo no siempre indica un alto poder combinatorio: -itis, -algia, -patía, -tomía, hemo-.

Conclusiones

- Sufijos con contenido parecido (general: -patía, -osis vs específico: -oma, -cele) obtienen resultados diferentes:
 - **-patía**: alta frecuencia, vínculo fuerte.
 - **-osis**: alta frecuencia, vínculo débil

 - **-oma**: alta frecuencia, vínculo débil.
 - **-cele**: baja frecuencia, vínculo medio

Conclusiones

- Además, aparecen en distintos grupos combinatorios:
 - **-patía**: independiente.
 - **-osis**: génesis (generación), malacia (ablandamiento), oma (tumor).
 - **-oma**: génesis (generación), malacia (ablandamiento), osis (proceso patológico)
 - **-cele**: megalia (alargamiento), tóxico (veneno).

Gracias

Carlos Herrero Zorita
carlos.herrero@uam.es

Antonio Moreno Sandoval
antonio.msandoval@uam.es

Hiroto Ueda
hiroto.ueda.tokio@gmail.com