

Nuevo método de análisis cualitativo mediante software para el análisis de redes sociales de la percepción grupal hacia las Matemáticas

New method of qualitative analysis using software for social networks analysis of group perception towards Mathematics

D. Luis Manuel Soto-Ardila luismanuel@unex.es

Dra. Ana Caballero Carrasco acabcar@unex.es

Dr. José Luis Carvalho jlrc@unex.es

Dr. Luis Manuel Casas García luisma@unex.es



Universidad de Extremadura. Campus Universitario. Avenida de Elvas s/n. Badajoz (España).

RESUMEN

Utilizando el software para representación de redes sociales Gephi, fueron estudiadas las percepciones hacia las Matemáticas y su enseñanza de un grupo de 196 estudiantes del grado de Educación Primaria, a los que se pidió que narraran su experiencia como estudiantes. A partir de los textos obtenidos, se crearon, de forma automatizada, representaciones en forma de redes de las categorías de análisis halladas, destacando las más importantes y las interrelaciones entre ellas. El análisis de las redes permitió identificar las concepciones y sentimientos del grupo sobre las Matemáticas y sus expectativas como futuros maestros, en las que destacaron sus experiencias con buenos y malos profesores. Se trata de una investigación novedosa en investigación educativa, de la que existen pocos antecedentes comparables, en la que se emplea el software de análisis de redes sociales para el análisis de textos y la representación de grandes cantidades de datos cualitativos. ■

PALABRAS CLAVE

Percepciones ante las matemáticas y su enseñanza; software para representación de redes sociales; representación del conocimiento; análisis cualitativo de textos.

ABSTRACT

Using the Gephi software to represent social networks, perceptions to Mathematics and its teaching of a group of 196 students of the Primary Education degree were studied, who were asked to narrate their experience as students. From the texts obtained, representations in form of networks of the categories of analysis found were created in an automated way, highlighting the most important and the interrelationships between them. The analysis of the networks allowed identifying the conceptions and feelings group's about Mathematics and their expectations as future teachers, in which they highlighted their experiences with good and bad teachers. This is a novel research in educational research, of which there is little comparable background, in which social network analysis software is used for text analysis and the representation of large amounts of qualitative data. ■

KEYWORDS

Perceptions before mathematics and its teaching; software for representation of social networks; knowledge representation; qualitative text analysis.

1.- Introducción

1.1. Representación del conocimiento

Planteado en términos sencillos, podemos decir que el objeto central de la investigación en Educación es conocer cómo se construye y cómo se transmite el conocimiento de las personas.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje consisten, respectivamente, en la transmisión y adquisición de una estructura de conocimientos, tanto de tipo declarativo como procedimental (Jonassen, Beissner & Yacci, 1993), que refleja nuestra concepción del mundo externo y nos permite la interacción con él. En esta estructura se incluyen no sólo conceptos, sino también actitudes, que, apoyadas en creencias y emociones, nos predisponen a actuar en una determinada forma, de modo que condicionan la propia adquisición de nuevos conceptos.

Sin estructura no habría conocimiento, pues no se podrían organizar nuestras representaciones mentales ni acceder a ellas, de modo que la recuperación de los datos almacenados sería imposible. Por tanto, no es suficiente conocer los componentes del conocimiento de un sujeto, sino que es necesario igualmente conocer su organización, la relación que existe entre ellos (Gonzalvo, Cañas & Bajo, 1994; Wilkerson-Jerde & Wilensky, 2011; Zezhong, Ming, Zhaohua & Yanqing, 2018).

Del mismo modo que nos referimos al conocimiento de un sujeto, la investigación social ha puesto de manifiesto que existe un conocimiento grupal, producto de más de un individuo, en el que hay conceptos compartidos y, análogamente, actitudes sociales ante determinados temas, que determinan una cultura, la forma en que se entiende e interpreta la realidad por parte de un grupo social. Y si de lo que tratamos es de conocer el conocimiento de un grupo, es necesario saber no sólo cuáles son los elementos que lo integran, sino también cuál es la conexión existente entre ellos, su estructura.

Con el fin de conocer la estructura del conocimiento de un sujeto, se han venido utilizando en investigación diferentes técnicas entre las que podemos señalar la ordenación de tarjetas (Miller, 1969), la asociación de palabras (Diekhoff, 1983) o el establecimiento por parte del sujeto (Goldsmith, 1991; Jonassen, Beisner & Yacci, 1993).

Particularmente interesantes son las técnicas basadas en la puntuación de similaridad. Entre ellas

podemos señalar el Análisis de Componentes Principales, el Análisis de Conglomerados, el Escalamiento Multidimensional o las Redes Asociativas Pathfinder (Casas, 2002; Sarwar, 2011; Schvaneveldt, 1989). Permiten representar los datos, proporcionando una visión integral y comprensiva de los mismos y, al mismo tiempo, analizar en detalle cada una de sus partes. La bibliografía de investigación en este ámbito es amplia (Cartolano, Casas, & Luengo, 2010; Casas & Luengo, 2013; Chen & Song, 2017; Escobar, 2009; Hassan-Montero, Guerrero-Bote & Moya-Anegón, 2014; Jiménez, Casas, & Luengo, 2010; Moya-Anegón *et al*, 2004; Topalli, & Ivanaj, 2016).

Estas técnicas permiten conseguir una representación gráfica de las relaciones entre conceptos a partir de la puntuación numérica que el sujeto estima que corresponde a la similaridad entre ellos, transformando de esta forma una distancia semántica en una distancia geométrica, lo cual permite mostrar su organización, representando las características estructurales de un tema.

Estas técnicas se han aplicado también a la representación gráfica de grandes volúmenes de datos, como puede ser el caso de los referidos a las redes de cocitación mutua entre autores, entre revistas científicas o entre temas de investigación tal como se ejemplifica en la Figura 1.

También se están desarrollando, actualmente, trabajos en el ámbito de la Sociología que tratan de representar, en forma de red, las relaciones entre los sujetos de un grupo o las comunicaciones entre ellos (Abraham, Hassanien y Snasel, 2010; Verd, 2005), tal como se muestra en la Figura 2.

Las técnicas empleadas en todos estos trabajos tienen en común el hecho de que, para obtener las representaciones en forma de red, se utilizan como datos los valores de la proximidad entre elementos, sean estos conceptos, documentos o personas.

Estos valores de proximidad pueden ser asignados por distintos procedimientos:

La proximidad puede ser asignada directamente por un sujeto que evalúa la que considera que hay entre dos elementos, mediante, por ejemplo, la posición de un cursor en una pantalla de ordenador, tal como evidencia la Figura 3.

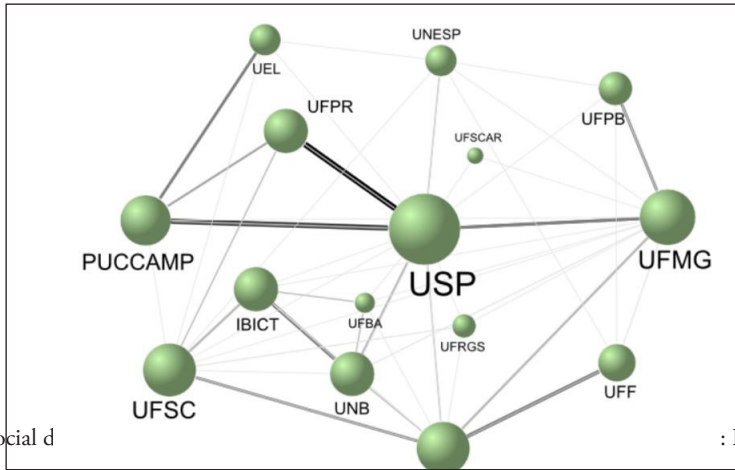
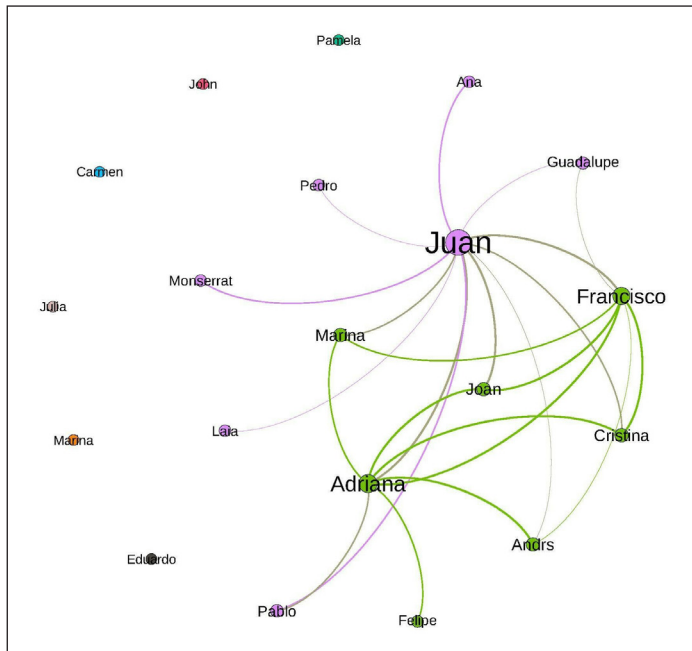


Figura 1. Red social d

: Liberatore, 2015



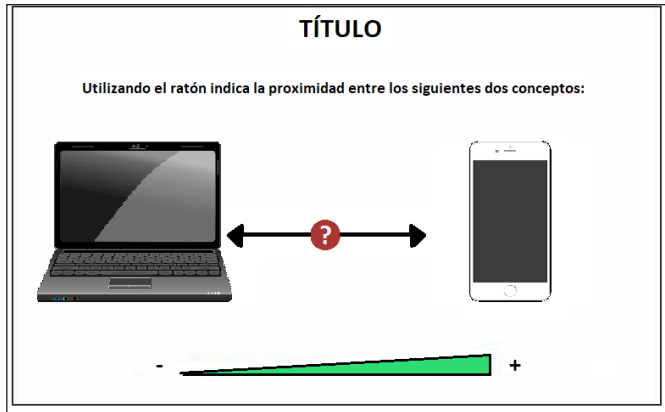


Figura 3. Asignación de valores de proximidad entre imágenes. Fuente: elaboración propia

El concepto de proximidad se utiliza también, para la representación de redes sociales, cuando el valor de proximidad entre sujetos se calcula mediante el número de ocasiones en que un sujeto se relaciona, por distintos medios, con otros (Joy, 2010).

El valor de proximidad también puede ser expresado en términos de cocitación, indicando el número de veces que un documento o un autor citan a otros. Cuando un documento o un autor citan a otros, es probable que todos estén relacionados por su contenido de forma que, a mayor número de citas, mayor será el valor de cocitación (Benavides-Velasco *et al.*, 2013; Callon, Courtial, Turner & Bauin, 1983).

La proximidad también puede ser, por último, indicada en términos de contingencia o coocurrencia (Callon *et al.*, 1983), entendiendo por tal la aparición simultánea de varias categorías en el análisis cualitativo de un conjunto de documentos, como se hace en la técnica de Análisis de Contingencias (Osgood, 1959, 2009). En esta técnica partimos del postulado de que, a mayor número de textos en que aparezcan a la vez las mismas categorías, mayor será el valor de contingencia o coocurrencia y mayor su proximidad, lo que indicará una fuerte relación entre ellos. Dos categorías que aparezcan a la vez en un mismo documento, por ejemplo, en un relato autobiográfico, estarán asociadas del mismo modo en el pensamiento de quien lo ha producido, de forma que, a mayor número de relatos en que tales categorías aparezcan asociadas, mayor valor de proximidad tendrán en el pensamiento grupal de los sujetos que componen la muestra de estudio (Ritzhaupt, Stewart, Smith, & Barron, 2010; Murgado-Armenteros, Gutiérrez-Salcedo, Torres-Ruiz, & Cobo, 2015; Hernández-Linares, Sarkar & Cobo, 2018).

1.2. Representación del conocimiento grupal

Para obtener la representación del conocimiento de un grupo se vienen utilizando diversas técnicas para la recogida de datos. Desde el paradigma cuantitativo, se ha utilizado la técnica de encuesta; mediante un cuestionario se interroga a los sujetos acerca de sus percepciones sobre diversos temas. Los resultados se presentan de forma numérica, destacando cuáles son dichas percepciones y cuáles son las de más frecuente aparición en el grupo. Desde el paradigma cualitativo se ha intentado llegar a un conocimiento más personal, más pormenorizado, de las raíces de los temas planteados. Desde este paradigma se han empleado recursos como la entrevista cualitativa, la observación participante o las técnicas narrativas, cuyos datos son posteriormente estudiados mediante técnicas de Análisis de Contenido (Bardin, 1996; Colás, 1998; Krippendorff, 2004).

Desde la perspectiva de ambos paradigmas, se pueden conocer las percepciones de las personas sobre un determinado tema, pero, cuando se trata de recoger información de un número elevado de personas, es necesario utilizar algún tipo de técnica que permita sintetizar y representar la información de forma que puedan transmitirse claramente no solamente los tópicos que aparecen más frecuentemente, sino también la relación entre ellos.

En este sentido, las técnicas de representación del conocimiento (Gonzalvo, Cañas, & Bajo, 1994; Schvaneveldt, 1989; Trumpower & Sarwar, 2010) y los programas informáticos que las soportan, (Casas, Luengo, & Godinho, 2011; Godinho, Luengo, & Casas, 2007) pueden proporcionar una gran ayuda, tal como la investigación sobre el tema ha demostrado (Alzás, 2015; Casas, Luengo, Canchado, & Torres, 2013); Verissimo, Godinho, Casas & Luengo, 2017; Vicente, Casas, & Luengo, 2010).

Estas técnicas no solamente pueden aplicarse para extraer y representar el conocimiento de una persona, sino también de un grupo de ellas (Azzarello, 2007; Cartolano *et al.*, 2010; Clariana, Wallace & Godshalk, 2009; Jiménez, Casas, & Luengo, 2010;).

La combinación de las técnicas narrativas con técnicas informatizadas de representación del conocimiento puede ofrecer una información muy rica acerca de las percepciones de un grupo y de la representación que, sobre un tema concreto, tiene dicho grupo.

En la propuesta que se hace en este trabajo, se utiliza la técnica del Análisis de Contingencias (Osgood, 1959, 2009; Díaz Martínez, 2000) y el programa Gephi para la representación de redes sociales (Bastian, Heymann & Jacomy, 2009; Grandjean, 2013) con el fin de obtener información sobre el conocimiento manifestado en un grupo amplio de estudiantes acerca de sus percepciones y sentimientos sobre las matemáticas y su enseñanza – aprendizaje.

El objetivo de nuestra investigación guarda relación con lo que se ha denominado en el campo de las Matemáticas como paradigma del pensamiento del profesor.

En este campo se destacan dos amplios dominios: el Conocimiento de las Matemáticas y el Conocimiento Didáctico del Contenido Matemático (Brown & Remesal, 2012; Climent, Romero, Carrillo, Muñoz & Contreras, 2013). El Conocimiento de las Matemáticas se refiere al conocimiento de los temas, de la estructura y la práctica matemática y a la filosofía personal que sobre las matemáticas tienen los profesores, a su concepción sobre la naturaleza de las matemáticas como disciplina y sus objetivos (Beswick, 2012; Ernest, 2016). En cambio, el Conocimiento Didáctico del Contenido se refiere al conocimiento de la enseñanza de las matemáticas y al conocimiento de las características del aprendizaje de las matemáticas (Gil & Rico, 2003; Hidalgo & Murillo, 2017; Philipp, 2007).

Ambos dominios incluyen las metas que los profesores consideran deseables en la enseñanza de las Matemáticas, su papel y el de los alumnos, las actividades apropiadas de la clase, los modelos pedagógicos, los procedimientos utilizados y la evaluación de los resultados del proceso, y constituyen las concepciones del profesor sobre la enseñanza de las matemáticas (Thompson, 1992).

En el campo de los estudios sobre concepciones y creencias docentes sobre la enseñanza de las matemáticas se ha generado una amplia investigación que ha proporcionado información sobre las grandes cifras y ha ayudado a conocer, en sus principales líneas, la realidad del fenómeno. Sin embargo, en pocos de ellos se ha hecho referencia a los aspectos personales o a la experiencia compartida por los grupos, que pueden ser el origen de los resultados en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En nuestra opinión, se hace imprescindible aproximarse a la percepción que en los grupos de estudiantes para Maestro se tiene del tema. No basta con los grandes números, sino que es necesario conocer las percepciones personales, y, sobre todo, las percepciones compartidas por el grupo. En esta labor no

es suficiente con las metodologías de investigación empleadas hasta ahora y, en este sentido, se hace la presente propuesta de investigación.

El objetivo de esta investigación es conocer las manifestaciones que presenta un grupo amplio de estudiantes para maestro con respecto a qué son las matemáticas, qué experiencias recuerdan como estudiantes y qué expectativas manifiestan como futuros profesores.

Pero, como hemos indicado anteriormente, deseamos conocer las manifestaciones más personales, expresadas en un relato libremente elaborado y, además, deseamos obtener una representación comprensiva de los datos obtenidos en un gran grupo. Consideramos que el método que proponemos puede responder a estos objetivos.

2.- Metodología

Esta investigación se desarrolla a través de un diseño no experimental o Ex – post – facto mediante un estudio descriptivo de naturaleza cualitativa, realizado desde el punto de vista biográfico. Para la recogida de datos se ha utilizado la técnica del relato (Bardín, 1996), entendiendo por tal una narración en torno a acontecimientos personales utilizada para establecer inferencias sobre un grupo de referencia (Colás, 1998).

Se ha utilizado una combinación de técnicas de análisis aprovechando las posibilidades que ofrecen los programas de Análisis Cualitativo y los programas de representación de Redes para conseguir de forma automatizada una representación gráfica de las relaciones entre las categorías encontradas en narraciones producidas por un grupo de estudiantes para maestro acerca de sus percepciones y senti-mientos hacia las matemáticas y su enseñanza.

De este modo, se consiguió no sólo la identificación de las categorías más frecuentes, sino también destacar cuáles eran las más importantes y la relación entre todas o una parte de ellas. Consideramos que esta propuesta complementa el Análisis del Contenido clásico y supera el simple recuento de categorías.

2.1. Muestra y método de recogida de datos

Los datos para este estudio fueron obtenidos de los relatos escritos que proporcionaron 196 estudiantes

para Maestro de 2º curso del Grado en Educación Primaria (de la Universidad de Extremadura), a los que se pidió que describieran su experiencia mediante las siguientes instrucciones:

“Cuándo escucha el término Matemáticas, ¿qué piensa? ¿Las matemáticas tienen presencia en nuestro entorno? ¿Me puede dar un ejemplo?

Por favor, responda brevemente a las cuestiones, expresando sus sentimientos (positivos o negativos) hacia las matemáticas y sus ideas sobre las matemáticas.”

Los datos fueron recogidos en el programa webQDA (Neri de Souza, Costa & Moreira, 2011). Es un programa comercial, disponible en <https://www.webqda.net/>. El análisis de contenido mediante la lectura realizada a los relatos permitió definir las dimensiones y categorías, que se fueron obteniendo de una forma inductiva y de común acuerdo entre los investigadores.

El programa ofrece la funcionalidad de obtener Matrices Triangulares que representan los datos de contingencia entre las distintas categorías, en forma de matriz de proximidad.

En términos sencillos, esta opción se basa en lo siguiente: si tenemos varias fuentes textuales (texto1, texto2, texto3...) éstas se codifican en base a determinadas categorías (c01, c02, c03, ...). Supongamos que las categorías c01 y c02 aparecen a la vez en el texto1. Esto significa que hay una relación de contingencia entre ellas, a la que atribuimos el valor de proximidad 1. Supongamos ahora que esa misma relación se presenta también en el texto2 y en el texto3. Esto puede interpretarse como un valor de proximidad más fuerte, porque se manifiesta en diferentes documentos. A esta relación le atribuimos entonces el valor 3.

Supongamos también que las categorías c01 y c03 aparecen de forma simultánea en cinco documentos: texto1, texto3, texto4, texto5 y texto6. A esta relación le atribuiremos, pues, el valor de proximidad 5. Supongamos por último que las categorías c05 y c08 aparecen de forma simultánea en los documentos texto2, texto4, texto7 y texto10. A esta relación le atribuiremos el valor de proximidad 4. La presentación de estos datos se hace habitualmente en forma de matriz.

Los datos de esta matriz se pueden adaptar posteriormente a un formato legible por el programa Gephi. Se trata de un software de código abierto para análisis de gráficos y redes, útil para mostrar grandes redes en tiempo real y explorarlas de forma interactiva. Está disponible en <https://gephi.org/>

Para utilizar el programa, en primer lugar, se crearon dos ficheros. En el primero fueron incluidos los que serían posteriormente los nodos de la red, en nuestro caso las categorías identificadas en el análisis de contenido. En el segundo fichero se indicaron las relaciones entre los nodos, expresadas mediante sus valores de proximidad, obtenidos de la matriz de contingencia. En este fichero se señalaron los nodos de origen y destino, el peso del enlace y su tipo, que, en este caso, fue no dirigido, por tratarse de enlaces bidireccionales.

Una vez creados estos ficheros, se importaron a un nuevo proyecto en el programa. Utilizando uno de los algoritmos disponibles, en este caso el “Force Atlas”, fueron representadas las relaciones entre los nodos. El resultado final fue obtenido mediante las opciones “Modularidad”, “Aristas” y “Ranking”, lo que permitió visualizar los nodos más importantes, así como las relaciones más destacadas entre ellos.

3.- Análisis y resultados

Tras proceder a la categorización de los textos por parte de dos investigadores, se calculó el grado de acuerdo entre ellos, mediante la revisión de 60 textos elegidos al azar, obteniéndose una medida de acuerdo Kappa de Cohen de 0,857, que puede considerarse como casi perfecta (Landis & Koch, 1977).

Fueron identificadas 15 categorías de análisis presentes en las narraciones obtenidas, encuadradas a su vez en 5 dimensiones, tal como se muestra en la Tabla 1.

Algunas expresiones que caracterizan a estas categorías son, por ejemplo, las siguientes:

- Matemáticas: números, problemas, cálculos, figuras, etc.

“Al escuchar esta palabra, lo primero que se me viene a la cabeza son números, problemas, fórmulas o teoremas.”

“Cuando escucho el término matemáticas lo primero que se me viene a la cabeza son números, cuentas, cálculos, resolver problemas...”

- Matemáticas: ciencia, lógica y pensamiento

“Considero que es una poderosa herramienta hacia otras áreas como ciencias Físicas, Químicas, Económicas...”

“... constituyen un elemento insustituible de formación en el rigor, formalismo y razonamiento.”

- Matemáticas inútiles:

“He de decir que hay ciertas cosas que se explican en esta asignatura que no me parecen necesarias, ya que únicamente lo utilizas en el momento en el que lo estas aprendiendo y al final estos conocimientos se te acaban olvidando.”

“Las matemáticas que se enseñan son demasiado complejas y no te sirven en tu día a día...”

- Sensaciones positivas:

“Las sensaciones que me produce son buenas ya que no se me dan mal...”

“... cuando las entiendes pueden llegar a ser muy interesantes y entretenidas.”

- Sensaciones negativas:

“Mi experiencia con las matemáticas ha sido bastante complicada y dura...”

“Cuando escucho el término matemáticas se me viene a la mente frustración, agobio...”

- Buenos profesores:

“En la etapa de primaria, mi maestro me despertó la curiosidad, lo hacía ver tan divertido que se nos contagió a todos los niños.”

“En 3º y 4º de la ESO y en bachillerato la profesora de matemáticas era un auténtico genio, sabía muchísimos de la asignatura y se le notaba que disfrutaba haciendo matemáticas.”

- Malos profesores:

“... debido a que mis profesores nunca consiguieron que me entusiasmaran, por lo que se convirtió más en una obligación estudiarlas que en una necesidad.”

“... una profesora en 1º de bachillerato, me hizo sentirme totalmente nula en la asignatura, sin ningún tipo de ayuda o atención.”

Tabla 1. Dimensiones y categorías de análisis.

Dimensiones	Categorías
Concepto de Matemáticas	Matemáticas: números, problemas, cálculos, figuras, etc. Matemáticas: ciencia, lógica y pensamiento Matemáticas: asignatura de estudio.
Utilidad de las Matemáticas	Matemáticas explícitas para actividades básicas Matemáticas implícitas en todo Matemáticas inútiles
Sensaciones y actitudes	Sensaciones positivas Sensaciones negativas Sensaciones de indiferencia
Recuerdos de profesores	Buenos profesores Malos profesores Profesores de primaria. Profesores de secundaria.
Expectativas futuras	Preocupación por aprender para enseñar mejor. Matemáticas interesantes, me gustaría saber más.

La frecuencia de aparición de cada una de estas categorías se muestra en la Figura 4.

Como podemos observar, en la mayoría de los relatos de los participantes, las Matemáticas son, ante todo, una ciencia de números y problemas y, en menor medida, una ciencia o una materia escolar que sirve para desarrollar el pensamiento. Las Matemáticas aparecen, ante todo, como algo implicado en actividades básicas, de la vida diaria en la que se utilizan cálculos sencillos, aunque, a pesar de estar presentes en muy distintos aspectos, también hay referencias a la inutilidad de las Matemáticas que han aprendido.

Destacan también las referencias a sensaciones positivas y, en mayor medida, negativas, asociadas con su enseñanza y aprendizaje. En muy pocos casos los alumnos se muestran indiferentes.

Los alumnos recuerdan en sus relatos a buenos y malos profesores, profesores de primaria y de secundaria.

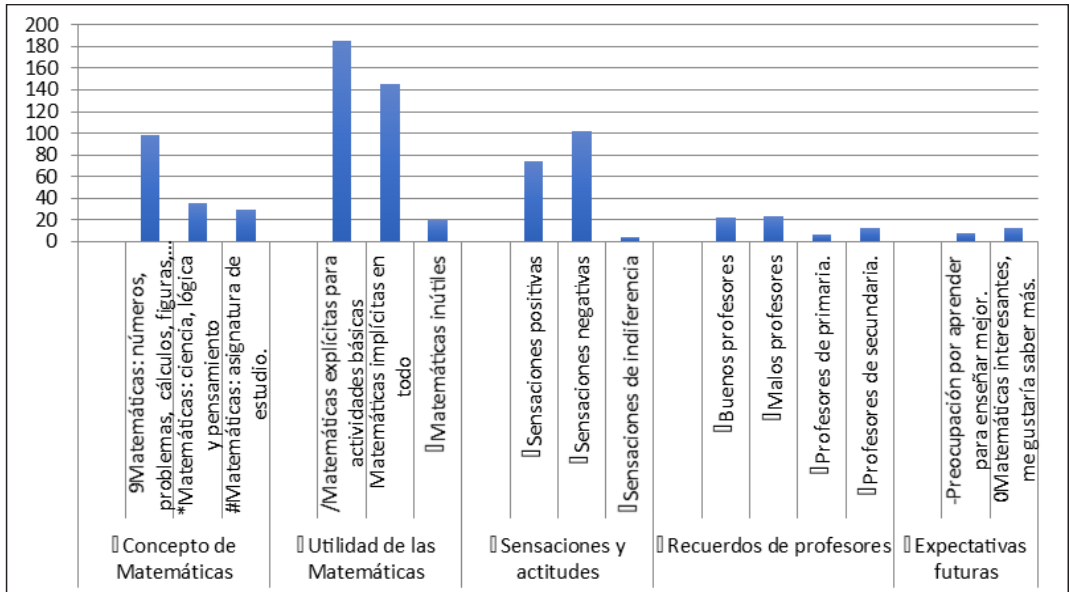


Figura 4. Frecuencia de aparición de las categorías de análisis

Por último, muestran su preocupación y su deseo de aprender más para enseñar mejor.

Pero la técnica empleada, como indicamos anteriormente, puede proporcionar, además de la simple frecuencia de aparición de las categorías, información acerca de la interrelación entre ellas.

La matriz triangular obtenida, mostrada en formato Excel, se presenta en la Figura 5, correspondiente a una matriz triangular inferior.

Los datos de esta matriz fueron transformados al formato requerido por el programa Gephi, obteniendo un fichero de nodos y otro de enlaces, tal como se muestra en la Figura 6.

En el primer fichero aparecen las categorías encontradas y, en el segundo, sus valores de proximidad.

	Matemáticas: números, problemas, cálculos, figuras, etc.																		
	Matemáticas: ciencia, lógica y pensamiento																		
	Matemáticas: asignatura de estudio.																		
	Matemáticas explícitas para actividades básicas																		
	Matemáticas implícitas en todo																		
	Matemáticas inútiles																		
	Sensaciones positivas																		
	Sensaciones negativas																		
	Sensaciones de indiferencia																		
	Buenos profesores																		
	Malos profesores																		
	Profesores de primaria.																		
	Profesores de secundaria.																		
	Preocupación por aprender para enseñar mejor.																		
	Matemáticas interesantes, me gustaría saber más.																		
Matemáticas: números, problemas, cálculos, figuras, etc.		98																	
Matemáticas: ciencia, lógica y pensamiento	16	36																	
Matemáticas: asignatura de estudio.	11	4	30																
Matemáticas explícitas para actividades básicas	92	35	27	185															
Matemáticas implícitas en todo	73	25	26	137	146														
Matemáticas inútiles	12	3	4	18	14	20													
Sensaciones positivas	30	12	16	69	55	8	74												
Sensaciones negativas	44	13	12	98	75	15	41	102											
Sensaciones de indiferencia	0	0	1	4	4	0	1	3	4										
Buenos profesores	8	4	2	22	19	3	17	13	1	22									
Malos profesores	9	3	3	21	16	4	9	21	1	7	23								
Profesores de primaria.	4	2	0	6	5	0	3	4	0	6	4	6							
Profesores de secundaria.	6	2	2	13	12	1	10	10	1	10	7	4	13						
Preocupación por aprender para enseñar mejor.	3	2	1	8	4	1	5	6	0	5	6	4	2	8					
Matemáticas interesantes, me gustaría saber más.	4	0	1	12	9	2	5	11	0	1	3	0	0	1	13				

Figura 5. Matriz triangular. Fuente: elaboración propia

1	Id	Label	1	A	B	C	D
2	1	Matemáticas: números, problemas, cálculos, figuras, etc.	2	2	1	16	Undirected
3	2	Matemáticas: ciencia, lógica y pensamiento	3	3	1	11	Undirected
4	3	Matemáticas: asignatura de estudio.	4	4	1	92	Undirected
5	4	Matemáticas explícitas para actividades básicas	5	5	1	73	Undirected
6	5	Matemáticas implícitas en todo	6	6	1	12	Undirected
7	6	Matemáticas inútiles	7	7	1	30	Undirected
8	7	Sensaciones positivas	8	8	1	44	Undirected
9	8	Sensaciones negativas	9	9	1	0	Undirected
10	9	Sensaciones de indiferencia	10	10	1	8	Undirected
11	10	Buenos profesores	11	11	1	9	Undirected
12	11	Malos profesores	12	12	1	4	Undirected
13	12	Profesores de primaria.	13	13	1	6	Undirected
14	13	Profesores de secundaria.	14	14	1	3	Undirected
15	14	Preocupación por aprender para enseñar mejor.	15	15	1	4	Undirected
16	15	Matemáticas interesantes, me gustaría saber más.	16	3	2	4	Undirected
17			17	4	2	35	Undirected

Figura 6. Ficheros de nodos y aristas. Fuente: Elaboración propia

A partir de estos datos, utilizando el algoritmo “Force Atlas”, uno de los posibles, se creó una primera representación. Utilizando la opción “Modularidad” del programa, con valor 0.8, se identificaron los grupos de categorías más estrechamente relacionados. Utilizando la opción “Filtros”, indicando como filtro el valor 5,2 del peso de arista, fueron seleccionados los enlaces más importantes. De este modo se obtuvo la representación en forma de red mostrada en la Figura 7.

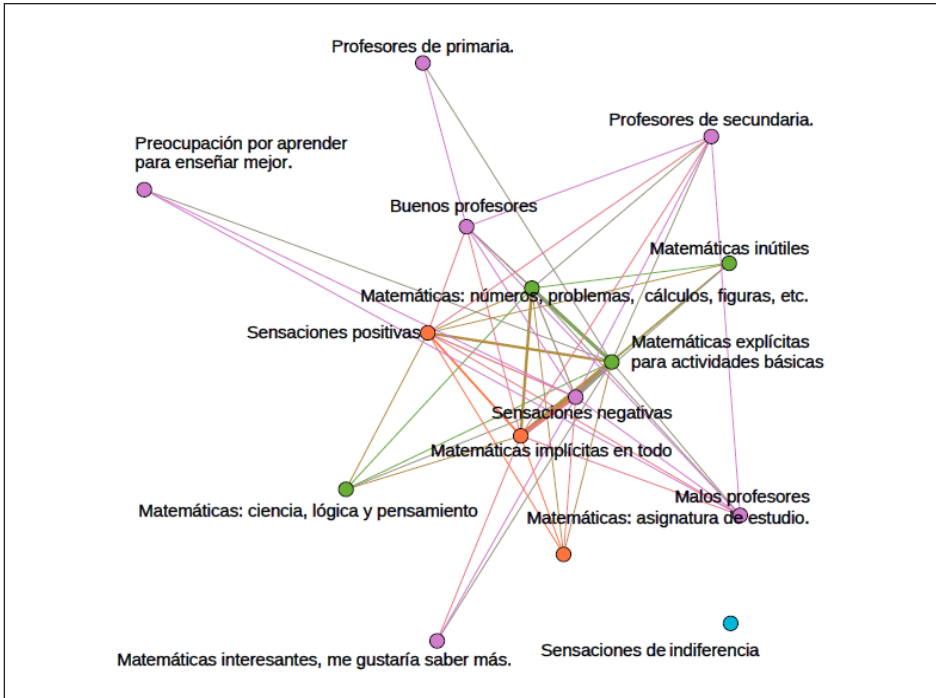


Figura 7. Red general. Fuente: elaboración propia

En esta Red se pueden observar, representados con distintos colores, dos grupos de categorías.

En el primer grupo, se encuentran las categorías relacionadas con la concepción que tienen los alumnos sobre lo que son las matemáticas: matemáticas como números utilizados para actividades básicas, matemáticas como ciencia y lógica, pero también matemáticas inútiles.

En el segundo grupo se presentan las categorías relacionadas con su experiencia como estudiantes y su relación con buenos o malos profesores, pero también sus expectativas como futuros maestros y las sensaciones positivas y negativas asociadas a su experiencia como estudiantes.

Entre todas estas categorías se distinguen, por su posición más céntrica dentro de la figura, las mismas que anteriormente se identificaron como más frecuentes, mientras que las categorías con menor frecuencia de aparición aparecen en las zonas periféricas.

De este modo, podemos observar en la figura, a nivel global, que la disposición de los nodos representa, de una forma muy aproximada, la importancia y frecuencia de aparición de las categorías presentes en los relatos de los participantes.

También podemos analizar no sólo una red en su totalidad, sino también aspectos parciales de las relaciones entre las categorías, ofreciéndonos, no sólo una visión de conjunto, sino una visión en detalle tan precisa como sea necesaria.

Por ejemplo, en cuanto a los profesores de secundaria, aparecen relacionados tanto con los buenos como con los malos profesores, mientras que, en el caso de los profesores de primaria, predomina la relación con la categoría “buenos profesores”. En el caso de categorías como “Aprender para enseñar mejor” aparece relacionada con las sensaciones positivas experimentadas como estudiantes, con la necesidad de enseñar matemáticas básicas, pero también con el recuerdo de malos profesores.

También podemos observar cómo la categoría de sensaciones de indiferencia ante las Matemáticas, aparece aislada de las demás, lo que parece indicar que predominan los sentimientos.

El procedimiento propuesto nos permite, por tanto, obtener, de forma automatizada, una representación gráfica de las relaciones encontradas, con mayor o menor detalle, entre las categorías.

Si en los ficheros de nodos y aristas utilizamos solamente algunos de ellos, seleccionando, por ejemplo, tan sólo los relacionados con los profesores y las sensaciones, obtendríamos la siguiente red (Figura 8):

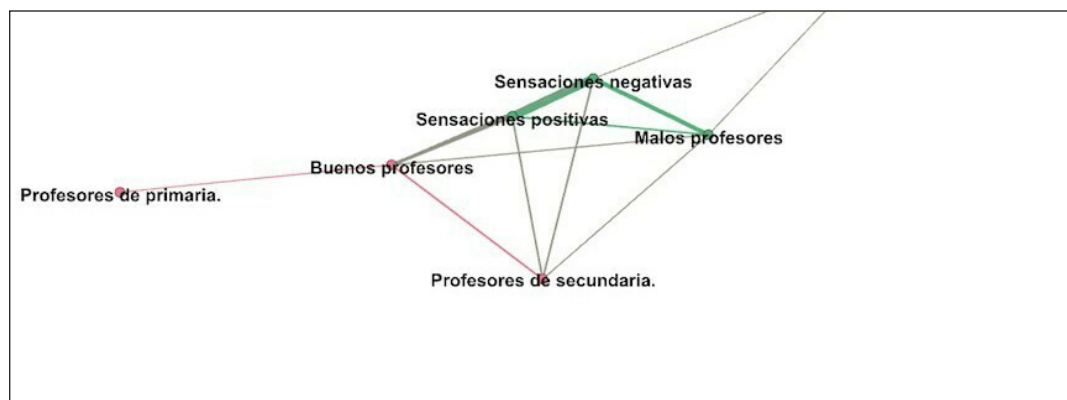


Figura 8. Red reducida. Fuente: elaboración propia

De nuevo, se pueden observar las relaciones más importantes, pero en una red más sencilla, centrada tan sólo en algunas categorías.

4.- Discusión y conclusiones

Las redes obtenidas nos han permitido conocer, de manera no invasiva y sin limitar las posibles respuestas, no sólo el pensamiento manifiesto de los individuos, algo que puede conseguirse mediante una simple encuesta, sino el pensamiento “latente” de un grupo amplio de estudiantes para Maestro.

En la red detallada anteriormente aparecen las categorías más importantes, que son las más centrales, no sólo por su frecuencia de aparición, sino por la relación que mantienen con el resto de categorías.

Se puede observar cómo aparecen de forma espontánea sensaciones positivas y negativas en cuanto a las matemáticas y su enseñanza, cómo estas sensaciones se asocian, sobre todo con sus experiencias anteriores, con buenos o malos profesores, e incluso, cómo esas sensaciones se asocian también con el deseo de enseñar mejor las matemáticas.

Los objetivos y metodología del presente trabajo están en la misma línea del realizado por Casas, Carvalho, González y Luengo (2015) que utilizaron las Redes Asociativas Pathfinder para conocer las concepciones que sobre las Matemáticas y su enseñanza – aprendizaje tienen un grupo de profesores en formación. A nivel metodológico los resultados son similares, ya que destacan la utilidad de las técnicas de representación del conocimiento para lograr los objetivos propuestos.

El hecho de utilizar este tipo de técnicas enriquece mucho las investigaciones, puesto que combina el análisis cualitativo, con el de contingencia o coocurrencia y con el estudio de las redes sociales. Estos métodos se utilizan de forma conjunta y complementaria, algo que aparece escasamente reflejado en la literatura científica.

Como hemos podido comprobar, la técnica empleada nos ha permitido conocer las manifestaciones de los participantes con respecto a sus experiencias y expectativas como estudiantes y como futuros maestros. Igualmente, nos ha permitido conocerlas mediante un método que podemos considerar como no invasivo en el sentido de que las respuestas de los participantes han estado basadas en un relato libre y espontáneo, sin seleccionar previamente, por parte del investigador las posibles respuestas como sucede con los cuestionarios.

Complementa, además, la presentación de datos en la metodología cualitativa, que, en muchas ocasiones,

se limita a la presentación y recuento de las categorías de análisis encontradas, ya que de este modo se obtiene, de forma automatizada, una representación gráfica en forma de redes de las relaciones existentes entre ellas. Esto nos permite ver cómo se estructuran las categorías y cómo se relacionan entre sí, observando cuáles son las principales y el lugar que ocupan en relación con las demás

Consideramos que este trabajo puede suponer una interesante aportación a los métodos de análisis cualitativo de datos, aprovechando la potencia de los programas de representación gráfica en cuanto a sus posibilidades de comunicar información de forma visualmente atractiva, manejando, además, grandes cantidades de datos.

La técnica puede aplicarse a muy distintos campos, ofreciendo nuevas posibilidades de análisis de datos, como puede consultarse en los trabajos de Alzas (2015), en el que se analizan los motivos por los que los alumnos abandonan la escolaridad, y los motivos por los que vuelven a incorporarse a ella, en los trabajos de Díaz Martínez (1992, 2000) sobre autopercepción de estudiantes, o los Benavides y otros (2013) sobre conceptos relacionados con la empresa. Esta técnica permite, además, analizar la percepción de profesores y alumnos sobre determinados temas relacionados con la enseñanza de aspectos sobre las matemáticas como se muestra en el estudio de Ramos, Casas y Torres (2019), en el que se investigan cuáles son las principales dificultades que encuentran los profesores al abordar el bloque de Álgebra en el aula.

En definitiva, consideramos que supone un enfoque innovador, que integra las técnicas clásicas de análisis cualitativo, y que puede tener un amplio desarrollo en numerosas áreas de investigación.

Financiación

Investigación realizada con financiación de Fondos FEDER. Unión Europea y Gobierno de Extremadura. Proyecto GR18115, ayudas para la realización de actividades de investigación y desarrollo tecnológico, de divulgación y de transferencia de conocimiento por los grupos de investigación de Extremadura.

Referencias

- Abraham, A., Hassanien, A. & Snasel, V. (Eds.) (2010). *Computational Social Network Analysis. Trends, Tools and Research Advances*. London: Springer.
- Alzás, T. (2015). *Causas de abandono temprano y de retorno a la Educación. Análisis sociológico desde una perspectiva de género*. (Tesis Doctoral). Universidad de Extremadura. Badajoz.
- Azzarello, J. (2007). Use of the pathfinder scaling algorithm to measure students' structural knowledge of community health nursing. *Journal of Nursing Education*, 46(7), 313-318.
- Bardín, L. (1996). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.
- Bastian, M., Heymann, S. & Jacomy, M. (2009). *Gephi: an open source software for exploring and manipulating net-works*. International AAAI Conference on Weblogs and Social Media. Disponible en <https://cutt.ly/ieba1M4>
- Benavides-Velasco, C. A., Quintana-García, C., & Guzmán-Parra, V. F. (2013). Trends in family business research. *Small Business Economics*, 40(1), 41–57. <https://doi.org/10.1007/s11187-011-9362-3>
- Beswick, K. (2012). Teachers' beliefs about school mathematics and mathematicians' mathematics and their relationship to practice. *Educational Studies in Mathematics*, 79(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9333-2>
- Brown, G., & Remesal, A. (2012). Prospective Teachers' Conceptions of Assessment: A Cross-Cultural Comparison. *The Spanish Journal of Psychology*, 15(1), 75 - 89. https://doi.org/10.5209/rev_SJOP.2012.v15.n1.37286
- Callon, M., Courtial, J. P., Turner, W. A. & Bauin, S. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Information (International Social Science Council)*, 22(2), 191–235. <https://doi.org/10.1177/053901883022002003>
- Cartolano, C., Casas, L. & Luengo, R. (2010). *Representación del conocimiento en profesores sobre el uso de las TIC. Estudio cualitativo*. I Encontro Internacional Tic e Educaçao TicEDUCA 2010. Lisboa.
- Carvalho, J. L., Luengo, R. & Casas, L. (2011). *Knowledge Of The Cognitive Structure Of Students Through Pathfinder Associative Networks Technique In The Context Of Pmate*. International Conference The Future of Education. Florencia.
- Casas, L. (2002). *El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en geometría*. (Tesis Doctoral). Universidad de Extremadura. Badajoz.

- Casas, L., Carvalho, J., González, M., & Luengo, R. (2015). Concepciones y creencias de los profesores en formación sobre las matemáticas y su enseñanza aprendizaje. Propuesta de nueva metodología cualitativa. *Campo Abierto*, 34(2), 85 - 104.
- Casas, L. & Luengo, R. (2013). The study of the pupil's cognitive structure: the concept of angle. *European Journal of Psychology of Education*, 28(2), 373 - 398. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0119-4>
- Casas, L.; Luengo, R. & Godinho, V. (2011). Software MICROGOLUCA: Knowledge Representation in Mental Calculation. *US-China Education Review*, 1(4), 592-600.
- Casas, L., Luengo, R., Canchado, M. & Torres, J. L. (2013). Una experiencia de representación del conocimiento en Educación Infantil mediante el uso de Redes Asociativas Pathfinder. *RED: Revista de Educación a Distancia*, 36, 1-17.
- Chen C. & Song M. (2017). *Representing Scientific Knowledge*. London: Springer.
- Clariana, R. B., Wallace, P. E. & Godshalk, V. M. (2009). Deriving and measuring group knowledge structure from essays: The effects of anaphoric reference. *Educational Technology Research and Development*, 57, 725-737. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9115-z>
- Climent, N., Romero, J., Carrillo, J., Muñoz-Catalán, M. & Contreras, L. (2013). ¿Qué conocimientos y concepciones movilizan futuros maestros analizando un vídeo de aula?. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(1), 13-36.
- Colás, M. (1998). Enfoques en la Metodología Cualitativa: Sus prácticas de investigación. En L. Buendía, Colas, P. & Hernández, F. *Métodos de Investigación en psicopedagogía*. (pp. 205- 223). Madrid: Mc Graw Hill.,
- Delgado, J. & Gutiérrez, J. (Coords.) (1995). *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*. Madrid: Síntesis.
- Díaz Martínez, C. (1992). Modelos de autopercepción entre alumnos de 8º de EGB. *Revista de Educación*, 297, 293-305.
- Díaz Martínez, C. (2000). El análisis sociosemántico en la psicología social: una propuesta teórica y una técnica para su aplicación. *Psicothema* 12(3) 451-457.
- Diekhoff, G. M. (1983). Testing through relationship judgments. *Journal of Educational Psychology*, 75(2), 227-233. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.75.2.227>

- Ernest, P. (2016). An Overview of the Philosophy of Mathematics Education. En P. Ernest, O. Skovsmose, J. Bendegen, M. Bicudo, R. Miarka, L. Kvasz & R. Moeller, *The Philosophy of Mathematics Education* (pp. 3-8). Hamburg: Springer Open.
- Escobar, M. (2009). Redes semánticas en textos periodísticos: propuestas técnicas para su representación. *Empiria. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 17, 13-39.
- Gil, F. & Rico, L. (2003). Concepciones y Creencias del Profesorado de Secundaria sobre Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 27 - 47.
- Godinho, V., Luengo, R. & Casas, L. M. (2007). Software GOLUCA: Knowledge Representation in Mental Calculation. *US-China Education Review*, 4, 592-600.
- González Serrano, M. (2014). *Concepciones y creencias de maestros en formación sobre las Matemáticas y su proceso de enseñanza-aprendizaje*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad de Extremadura, Badajoz.
- Gonzalvo, P., Cañas, J. J. & Bajo, M. T. (1994) Structural representations in knowledge acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 86, 601-616. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.86.4.601>
- Goldsmith, T. y otros. (1991) Assessing Structural Knowledge. *Journal of Educational Psychology*, 83, 88-96. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.83.1.88>
- Grandjean, M. (2013). *Introduction to Network Visualization with GEPHI*. Martin Grandjean. <https://cutt.ly/tebazRG>
- Hassan-Montero, Y., Guerrero-Bote, V. P. & De-Moya-Anegón, F. (2014) Graphical interface of the SCImago Journal and Country Rank: An interactive approach to accessing bibliometric information. *El profesional de la información*, 23(3), 1-7.
- Hernández-Linares, R., Sarkar, S. & Cobo, M. J. (2018). Inspecting the Achilles heel: a quantitative analysis of 50 years of family business definitions. *Scientometrics*, 115(2), 929-951. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2702-1>
- Hidalgo, N. & Murillo, F. (2017). Las Concepciones sobre el Proceso de Evaluación del Aprendizaje de los Estudiantes. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 15(1), 107 - 128. <http://dx.doi.org/10.15366/reice2017.15.1.007>
- INEE. (2012). *TEDS-M, Estudio Internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe Español*. Madrid: MECD.
- Jiménez, M., Casas, L. & Luengo, R. (2010). Representación del conocimiento y percepción subjetiva

- del proceso de aprendizaje profesional: estudio cualitativo en personal de enfermería. *FEM. Revista de la Fundación Educación Médica*, 13(3), 163-170.
- Jonassen, D. H., Beissner, K. & Yacci, M. (1993). *Structural knowledge: Techniques for representing, conveying, and acquiring structural knowledge*. Hillsdale, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Joy, L. (2010) Using Netvizz & Gephi to Analyze a Facebook Network. *Persuasion radio*.
<https://cutt.ly/Rw78N2B>
- Krippendorff, K. (2004). *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Landis, J. R. & Koch, G.G. (1977) An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*, 33(2), 363-374.
- Liberatore, G. (2015) *Análisis bibliométrico de la producción científica en bibliotecología y ciencia de la información en Brasil en el periodo 2000-2011: estudio de cuatro revistas nacionales de la disciplina*. (Tesis Doctoral). Universidad Carlos III, Madrid.
- Miller, G. A. (1969) A psychological method to investigate verbal concepts. *Journal of Mathematical Psychology*, 6(2), 169-191. [http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496\(69\)90001-7](http://dx.doi.org/10.1016/0022-2496(69)90001-7)
- Moya-Anegón, F., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E. & Muñoz-Fernández, F. J. (2004). A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. *Scientometrics*, 61(1), 129-145.
<https://doi.org/10.1023/B:SCIE.0000037368.31217.34>
- Murgado-Armenteros, E. M., Gutiérrez-Salcedo, M., Torres-Ruiz, F. J. & Cobo, M. J. (2015). Analysing the conceptual evolution of qualitative marketing research through science mapping analysis. *Scientometrics*, 102(1), 519–557. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1443-z>
- Navarro, P. & Díaz, C. (1995). Análisis de contenido. En Delgado, J. y Gutiérrez, J. (Coords.) *Métodos y técnicas cualitativas de investigación en ciencias sociales*. (pp. 177- 222). Madrid: Síntesis.
- Neri de Souza, Costa & Moreira (2011). Questionamento no Processo de Análise de Dados Qualitativos com apoio do software WebQDA. *EDUSER: Revista de Educação*, 3(1), 19-30.
- Osgood, C. E. (1959). The representation model and relevant research methods. En I. De Sola Pool (ed.) *Trends in Content Analysis*. Urbana, IL: University of Illinois Press.
- Osgood, C. E. (2009). Contingency Analysis: Validating Evidence and Process. En Krippendorff, K. & Bock, M. A. (eds.) *The Content Analysis Reader*. Los Angeles: Sage.

- Phillip, R. A. (2007). Mathematics teachers' beliefs and affect. En F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 257–315). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Ramos, L. A., Casas, L. M. & Torres, J. L. (2019). Análisis de Contingencias y Redes Asociativas Pathfinder: herramientas para un estudio cualitativo de las dificultades en la enseñanza del Álgebra. *Indagatio Didáctica*, 11(3), 197-217.
- Ritzhaupt, A., Stewart, M., Smith, P. & Barron A. (2010) An Investigation of Distance Education in North American Research Literature Using Co-word Analysis. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 11(1), 37-60.
- Sarwar, G. S. (2011). *Structural assessment of knowledge for misconceptions: Effectiveness of structural feedback provided by pathfinder networks in the domain of physics*. Koln, Germany: LAP Lambert Academic Publishing.
- Schvaneveldt, R. (1989). *Pathfinder Associative Networks. Studies in Knowledge Organization*. New Jersey, NJ: Ablex.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127–146). New York: Macmillan
- Topalli, M. & Ivanaj, S. (2016). Mapping the evolution of the impact of economic transition on Central and Eastern European enterprises: A cword analysis. *Journal of World Business*, 51(5), 744–759. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2016.06.003>
- Trumpower, D. L. & Sarwar, G. S. (2010). Effectiveness of structural feedback provided by Pathfinder networks. *Journal of Educational Computing Research*, 43(1), 7–24. <https://doi.org/10.2190/EC.43.1.b>
- Verd, J. M. (2005) El uso de la Teoría de Redes Sociales en la representación y análisis de textos. De las redes semánticas a las redes textuales. *Empiria. Revista de metodología de Ciencias Sociales*, 10, 129-150.
- Verissimo, S., Godinho, V., Casas, L. & Luengo, R. (2017) Evaluation of Changes in Cognitive Structures after the Learning Process in Mathematics. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*. 25(2), 17 - 33.
- Vicente, S., Casas, L. & Luengo, R. (2010). Evaluación del empleo educativo de los blogs en el aula mediante la utilización de los programas informáticos Goluca y GestMagister. *Memorias del I Encuentro*

Internacional TIC e Educação, 579-586.

Wilkerson-Jerde, M. & Wilensky, U. (2011). How do Mathematicians Learn Math?: Resources and Acts for Constructing and Understanding Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 78, 21-43. <https://doi.org/10.1007/s10649-011-9306-5>

Zezhong Y., Ming, Z., Zhaohua Q. & Yanqing Z. (2018) Research on Organization of Mathematics Knowledge in Good Mathematical Cognitive Structure. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 291-302. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78242>

Cómo citar este artículo:

Soto-Ardila, L. M., Caballero Carrasco, A., Carvalho, J. L. & Casas García, L. M. (2020). Nuevo método de análisis cualitativo mediante software para el análisis de redes sociales de la percepción grupal hacia las Matemáticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. 58, 27-50. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.73356>