

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/328277840>

Análisis de arquetipos de las respuestas del estudiantado a las encuestas docentes

Conference Paper · October 2018

CITATIONS

0

READS

42

1 author:



Irene Epifanio

Universitat Jaume I

68 PUBLICATIONS 496 CITATIONS

SEE PROFILE

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



Visualizing nonmetric dissimilarity matrices [View project](#)



Methodologies with application in Biomechanics and Anthropometry [View project](#)

Análisis de arquetipos de las respuestas del estudiantado a las encuestas docentes

Irene Epifanio⁽¹⁾

(1) Departament de Matemàtiques-IMAC, Universitat Jaume I, Av. de Vicent Sos Baynat, s/n 12071, Castelló de la Plana, Spain, epifanio@uji.es

Archetypal analysis of student responses to teacher surveys

RESUMEN

Una forma habitual de valorar la docencia del profesorado es, en parte, a través de las encuestas a los estudiantes. Los datos en bruto, no resumidos, ofrecen la posibilidad de ser examinados. En este trabajo se ilustrará el uso del análisis de arquetipos con datos faltantes (no todos los estudiantes responden a todas las preguntas), una técnica estadística que nos permitirá obtener una instantánea de cómo han respondido los estudiantes a dicha encuesta ese año y asignatura, y tener una radiografía más clara de sus opiniones. También se mostrará qué factores han influido más en la satisfacción general con el profesorado, mediante el uso de bosques aleatorios. En concreto, se analizarán los datos de dos casos que muestran dos situaciones diferentes. Esta metodología puede emplearse en otros problemas de minería de datos en Educación.

Palabras clave: opinión del estudiantado, evaluación de la docencia, arquetipo, medidas de la importancia de variables, bosques aleatorios

ABSTRACT

A common way of assessing teaching ability is, in part, through student surveys. The raw data, not summarized, offer the possibility of being examined. This paper will illustrate the use of archetype analysis with missing data (not all students answer all questions), a statistical technique that will allow us to obtain a snapshot of how students have responded to that survey that year and subject, and have a more detailed analysis of their opinions. It will also show which factors have most influenced the overall satisfaction with the teaching staff, through the use of random forests. In particular, the data of two cases that show two different situations will be analyzed. This methodology can be used in other data mining problems in Education.

Keywords: student opinion, evaluation of teaching, archetype, variable importance measures, random forests

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con ANECA (2018), más del 90% de las universidades españolas participan en el denominado programa DOCENTIA, Programa de Apoyo a la Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado Universitario, con el objeto de apoyar a las universidades en el diseño de mecanismos propios para gestionar la calidad de la actividad docente del profesorado universitario y favorecer su desarrollo y reconocimiento. Además de las repercusiones que pueda tener el propio programa, los resultados del DOCENTIA son tenidos en cuenta a su vez, en el proceso de renovación de la acreditación de los títulos (ACREDITA y ACREDITA PLUS), y también en los programas de acreditación para el acceso a los cuerpos docentes universitarios de Profesor Titular de Universidad y Catedrático de Universidad (programa ACADEMIA).

Una de las fuentes de recogida de información para la aplicación del DOCENTIA es la encuesta docente al estudiantado, realizada de forma anónima. Esta forma de proceder es habitual para recopilar la opinión del estudiantado alrededor del mundo (Constantini, Linting, Porzio, 2010). En el caso de la Universitat Jaume I, las encuestas docentes deben realizarse obligatoriamente todos los cursos y de todas las asignaturas, excepto que se imparta menos de un crédito o el número de estudiantes matriculado sea inferior a 6 en el caso de los másteres o de 10 en el caso de los grados. En concreto, la Normativa de Evaluación de la Actividad Docente del Profesorado de la UJI, que utiliza el modelo Docentia-UJI puede consultarse en Docentia-UJI (2018). El profesorado recibe los resultados de las encuestas una vez finalizado el curso. En general, solo suele recibir un resumen estadístico de las respuestas a cada una de las preguntas individualmente.

Desde hace unos años, es posible acceder a los datos propios en bruto, es decir, a las respuestas que realiza cada estudiante, recopiladas en un formato Excel. Estos datos no se suministran de forma automática, sino que es preciso realizar la pertinente solicitud por registro para que nos sean enviados los datos por medios electrónicos.

Con dichos datos disponibles, en este trabajo se presenta una herramienta para obtener una instantánea de cómo han respondido los estudiantes a dicha encuesta ese año y asignatura, y tener una radiografía más clara de sus opiniones, y poder extraer retroalimentación (feedback) y conclusiones. Esta herramienta es la técnica estadística denominada análisis de arquetipos (AA). Esta técnica devolverá los perfiles arquetípicos (estereotipos) de las respuestas de los estudiantes, y podremos relacionar fácilmente al resto de estudiantes con estos estudiantes extremos, pues podremos expresar a los estudiantes como una combinación convexa, una mixtura o mezcla (con porcentajes) de los arquetipos. Además, podremos visualizar estas mezclas para descubrir la estructura subyacente en los datos. Se ha demostrado que los seres humanos entendemos mejor la información extrema, los opuestos, que las medias, por esto será muy informativo obtener los arquetipos. El AA fue propuesto en Cutler, Breiman (1994). Eugster, Leisch (2009)

implementaron el algoritmo propuesto por Cutler, Breiman (1994) en el software libre R (R Development Core Team, 2018). Mørup and Hansen (2012) propusieron otro algoritmo que implementaron en Matlab, además revisaron distintas aplicaciones del análisis de arquetipos en “machine learning”. El AA se ha aplicado a campos muy diversos, desde biología y genética (D’Esposito et al., 2012, Thøgersen et al., 2013), deporte (Vinué, Epifanio, 2017), desarrollo humano (Epifanio, 2016a), ingeniería industrial (Epifanio, Vinué, Alemany, 2013, Vinué, Epifanio, Alemany, 2015, Millán-Roures et al. 2018), e-learning (Theodosiou et al., 2013), educación (Epifanio, 2016b) etc.

El artículo se divide en las siguientes secciones. En la sección 2 se presentará el cuestionario que responde el estudiantado. En la sección 3 se introducirá la herramienta, denominada análisis de arquetipos que puede ser utilizada incluso cuando no se disponen de todos los datos, sino que hay datos faltantes, es decir, extraeremos toda la información disponible sin desechar nada, incluso aunque no todos los estudiantes respondieran a todas las preguntas. En la sección 4, la aplicación de dicha herramienta se ilustra en dos situaciones. En primer lugar, se ilustrará con los datos de una asignatura con valoración global muy alta. Mientras que en segundo lugar, se mostrarán los resultados de una asignatura con valoración global alta. La sección 5 finaliza el artículo con las conclusiones y el trabajo futuro.

DATOS

Cuestionario

El objetivo del cuestionario es obtener la valoración de la docencia de un determinado profesor por parte de sus estudiantes. En la Universitat Jaume I, el estudiantado responde la encuesta, sin la presencia del profesor encuestado, durante una de las clases con dicho profesor, hacia el final del semestre. El cuestionario consta de 18 preguntas y el estudiantado tiene 6 posibles respuestas a cada pregunta, que se presentan en una escala ordenada: 1. Completamente en desacuerdo; 2. En desacuerdo; 3. Indeciso; 4. De acuerdo; 5. Completamente de acuerdo; 6. NS/NC. No sabe/No contesta. En concreto, las preguntas del cuestionario pueden verse en la Figura 1. Aunque actualmente casi todas las preguntas son tenidas en consideración en el DOCENTIA-UJI aproximadamente en un tercio de su valoración, en años anteriores la pregunta 18, sobre la satisfacción general con dicho profesor, era la pregunta que se consideraba para valorar la docencia de dicho profesor, en concreto su mediana.

METODOLOGÍA

Técnicas empleadas: análisis de arquetipos y IPM

Sea X una matriz de datos $N \times M$, siendo N el número de sujetos y M el número de variables. El objetivo del análisis de arquetipos es hallar K arquetipos, que se encuentran en una matriz Z de dimensión $K \times M$. El concepto de arquetipo en estadística es el mismo que en el mundo común, es

decir, un arquetipo es un modelo puro, extremo, del que otros objetos, ideas o conceptos se derivan. Los arquetipos no son entelequias, sino que están constituidos por combinaciones convexas de los propios datos, o sea, son mixturas (mezclas) de los datos, es decir, están constituidos por sumas pesadas de los datos. Esta ponderación, no es cualquier ponderación, sino que los coeficientes de dicha ponderación solo pueden tomar valores en el intervalo $[0, 1]$. En otras palabras, son porcentajes, y la suma de dichos porcentajes debe ser 1. Con el análisis de arquetipos, no solo se obtienen los arquetipos, sino que también podemos aproximar los casos (cada sujeto con M variables) en función de los arquetipos. Así para cada individuo obtendremos los porcentajes de cada arquetipo, que conformarían dicho individuo.

1. Al inicio de curso tengo una guía o programación clara de la asignatura.
2. En esta asignatura sé en todo momento cuáles son los criterios de evaluación que se van a utilizar.
3. Los materiales de la asignatura (libros, apuntes, etc.) incluidos en la guía o programación de la misma son adecuados.
4. El/La profesor/a cumple con la programación de la asignatura.
5. El/La profesor/a es claro/a en sus exposiciones.
6. El/La profesor/a consigue la participación de los estudiantes.
7. La capacidad de comunicación del/de la profesor/a favorece mi aprendizaje.
8. El/La profesor/a mantiene un clima adecuado para el aprendizaje en esta clase.
9. El volumen de trabajo exigido es proporcional a los créditos de la asignatura.
10. El/La profesor/a aplica metodologías y recursos didácticos adecuados.
11. La ayuda recibida en tutorías (presenciales y/o virtuales) me resulta eficaz para aprender.
12. Las actividades de evaluación continua que se realizan son adecuadas.
13. El/La profesor/a ha facilitado mi aprendizaje, consiguiendo ampliar mis conocimientos y mejorar mis habilidades.
14. He mejorado mi nivel en las competencias previstas en la guía o programación de la asignatura.
15. Mi nivel de preparación previo me ha permitido seguir de forma adecuada la asignatura.
16. El/La profesor/a asiste a clase.
17. Si el/la profesor/a no ha asistido a clase, ha indicado los motivos.
18. En general, estoy satisfecho/a con este/a profesor/a en esta asignatura.

Figura 1. Cuestionario de opinión del estudiantado sobre la docencia de un profesor.

Para conseguir los arquetipos y los coeficientes de los arquetipos, es necesario minimizar una función sujeta a las restricciones de los coeficientes. En Cutler, Breiman (1994) o Epifanio, Ibáñez, Simó (2017) se pueden ver los detalles. En concreto, se buscan las matrices \mathbf{S} y \mathbf{C} tales que minimizan la siguiente ecuación (' indica la traspuesta y $\|\cdot\|$ una norma matricial):

$$\|X' - X'CS\| \quad (1)$$

sujeta a: $|c_k|_1=1$, $|s_n|_1=1$, $\mathbf{S} \geq 0$ y $\mathbf{C} \geq 0$

En el caso de contar con datos faltantes, es decir, de no contar con todos los valores de las variables para todos los sujetos, es posible aún así resolver el problema sin desperdiciar la valiosa información que también suministran los

casos no completos. Para ello, se puede considerar el procedimiento y el software en lenguaje R (R Development Core Team, 2018), que se describe en Epifanio, Ibáñez, Simó (2017). Nótese que los datos del cuestionario vienen expresados en una escala ordinal, no numérica, con lo cual el uso en directo de la técnica anterior sobre este tipo de datos podría ser cuestionable desde el punto de vista estadístico, pero aún así nos puede aportar una visión preliminar.

Durante los análisis consideraremos los resultados con tres arquetipos. Con dos arquetipos, se obtendrían probablemente el que mejor y peor valoraciones realizara, pero considerando tres arquetipos pretendemos descubrir si existe otro perfil. Para poder examinar mejor los resultados, nos centraremos en el sujeto que más cerca esté del arquetipo.

Por último, se empleará también una medida denominada IPM, que nos permitirá valorar la importancia de las variables en una respuesta, con variables ordinales y también con datos faltantes. Los detalles de esta medida basada en bosques aleatorios pueden encontrarse en Epifanio (2017).

RESULTADOS

Caso 1: valoración global muy alta

En este caso se analizan las respuestas obtenidas en el curso 2014/15 en la asignatura de Matemáticas II del grupo vespertino del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos de la Universitat Jaume I que consta de 6 créditos ECTS. Era la profesora responsable de dicha asignatura e impartía tanto la teoría, como los dos grupos de problemas y los tres laboratorios. La encuesta se realizó el último día de clase de teoría. Contestaron 38 de los 72 estudiantes matriculados. La valoración global obtenida fue de 4.86 sobre 5.

Las respuestas de los tres sujetos arquetípicos pueden apreciarse en la Figura 2, donde NaN indica que no respondió a ese ítem. El arquetipo 1, respondió con la máxima valoración a todas las preguntas, excepto la 17 donde no contestó (no falté ningún día a clase, por tanto no tuve que explicar ninguna falta de asistencia). El arquetipo 1 correspondería con el perfil que realiza la mejor valoración docente. El arquetipo 2, en cambio, se corresponde con el perfil que realiza en este caso la peor valoración docente dentro de ese grupo de estudiantes, pese a que su valoración en términos generales no se puede considerar 'mala'. El arquetipo 2 valora casi todos los ítems como 4, menos el ítem 9 que considera que el volumen de trabajo exigido no es proporcional a los créditos. Es destacable también la valoración con 3 del ítem 15, que se refiere a su nivel previo de preparación para afrontar la asignatura. En cuanto al arquetipo 3, aparece un perfil diferente. Es bastante similar al perfil del arquetipo 1, pues valora casi todos los ítems con 5, excepto precisamente el 15, el de la preparación previa, que la valora muy negativamente. Curiosamente, pese a ello, el ítem 11, lo deja sin contestar, cuando el ítem 11

hace referencia a la ayuda recibida en tutorías, seguramente porque no habría hecho uso de ellas. Nótese que los estudiantes pueden emplear tanto tutorías presenciales como virtuales.

ITEM1	ITEM2	ITEM3	ITEM4	ITEM5	ITEM6	ITEM7	ITEM8	ITEM9	ITEM10	ITEM11	ITEM12	ITEM13	ITEM14	ITEM15	ITEM16	ITEM17	ITEM18
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	NaN	5
4	4	4	4	3	3	4	4	1	4	4	4	4	4	3	5	5	4
5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	NaN	5	4	4	1	5	5	5

Figura 2. Respuestas al cuestionario de los 3 arquetipos para el caso 1.

En la Figura 3, se representa todo el estudiantado que respondió en función de los 3 arquetipos mediante un gráfico ternario. Puede apreciarse, claramente que la mayoría de estudiantes comparten el perfil del arquetipo 1, el de mejor valoración. En concreto, 21 de los 38 vienen explicados por el arquetipo 1 en más del 50%. Para el perfil del arquetipo 2, el de menor valoración, pocos estudiantes tienen pesos elevados para dicho arquetipo. Finalmente, el perfil del arquetipo 3 es muy minoritario. De hecho, casi todos los estudiantes se hallan cerca del segmento que une el arquetipo 1 y 2.

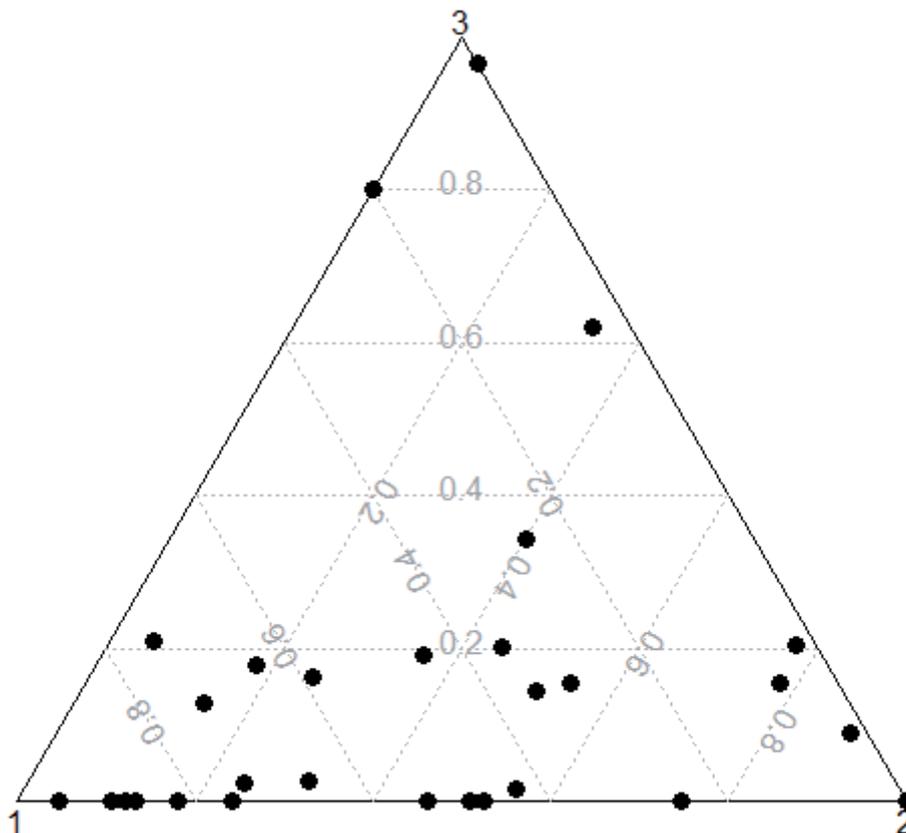


Figura 3. Gráfico ternario para el caso 1.

Respecto de los ítems con mayor importancia en la satisfacción general obtenida con IPM son, por orden, en este caso (los 5 más importantes): el ítem 5 (34%), ítem 14 (23%), ítem 9 (12%), ítem 3 (8%) y ítem 2 (5%). El ítem 5

correspondía con la claridad en las exposiciones y el ítem 14 con mejorar el nivel de competencias.

Caso 2: valoración global alta

En este caso se analizan las respuestas obtenidas en el curso 2015/16 en la asignatura de Estadística de 6 créditos ECTS del grupo C (hay cuatro grupos matutinos) donde hay estudiantes de tres grados: grado en Administración de Empresas, grado en Economía y grado en Finanzas y Contabilidad. A diferencia del caso anterior, en esta asignatura solo impartía un grupo de problemas de 2 créditos ECTS con 23 estudiantes matriculados, y dos grupos de laboratorio de 1 crédito ECTS, con 46 estudiantes matriculados (los 23 del grupo de problemas y otros 23 estudiantes). Mi docencia en esta asignatura venía marcada por las directrices del profesorado responsable de la asignatura. Por razones de calendario (no había clases de problemas disponibles durante el período de realización de encuestas), la encuesta tuvo que realizarse en horario de laboratorio, en cada uno de los dos laboratorios y contestaron 39 estudiantes, más estudiantes de los que tenía matriculados en el grupo de problemas. La valoración global fue de 4.03 sobre 5.

Las respuestas de los tres sujetos arquetípicos pueden apreciarse en la Figura 4, donde al igual que antes NaN indica que no respondió a ese ítem. En este caso, es el arquetipo 2 el que respondió con la máxima valoración a todas las preguntas. El arquetipo 2 correspondería con el perfil que realiza la mejor valoración docente. El arquetipo 1, en cambio, se corresponde con el perfil que realiza en este caso la peor valoración docente dentro de ese grupo de estudiantes. El arquetipo 3 también corresponde con valoraciones bajas en ciertos ítems, pero en parte complementarias con el arquetipo 2, es decir, algunos de los ítems que valora bajo el arquetipo 1, el arquetipo 3 por el contrario los valora alto y viceversa. Por ejemplo, el ítem 2 sobre el conocimiento de los criterios de evaluación, es valorado alto por el arquetipo 1 y bajo por el arquetipo 3, mientras que los ítems 5, 13 y 14 sobre ser claro en exposiciones, facilitar aprendizaje y mejorar el nivel de las competencias, es valorado bajo por el arquetipo 1 y alto por el arquetipo 3. En ambos casos, consideran que el volumen de trabajo exigido no es proporcional a los créditos (ítem 9). Es destacable también la valoración con 3 del ítem 15 en ambos casos, que se refiere a su nivel previo de preparación para afrontar la asignatura. Curiosamente, tanto para el arquetipo 1 y 3, el ítem 11, lo dejan sin contestar, cuando el ítem 11 hace referencia a la ayuda recibida en tutorías, seguramente porque no habría hecho uso de ellas. Nótese que los estudiantes pueden emplear tanto tutorías presenciales como virtuales.

ITEM1	ITEM2	ITEM3	ITEM4	ITEM5	ITEM6	ITEM7	ITEM8	ITEM9	ITEM10	ITEM11	ITEM12	ITEM13	ITEM14	ITEM15	ITEM16	ITEM17	ITEM18
4	4	4	4	2	2	1	3	3	2	NaN	4	1	1	3	5	NaN	2
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	2	5	5	5	2	2	2	1	5	NaN	4	5	4	3	5	NaN	3

Figura 4. Respuestas al cuestionario de los 3 arquetipos para el caso 2.

En la Figura 5, se representa todo el estudiantado que respondió en función de los 3 arquetipos mediante un gráfico ternario. En esta ocasión se pueden

apreciar 3 grupos separados en el gráfico. Por un lado, un grupo numeroso cerca del arquetipo 2, el de alta valoración, en concreto 19 de los 39 vienen explicados por el arquetipo 2 en más del 50%. Hay otro grupo cercano al arquetipo 1, de baja valoraciones, pero esta vez el grupo es pequeño, solo 8 de los 39 venían explicados en más del 50% por dicho arquetipo. Finalmente, hay un tercer grupo que es una mezcla entre el arquetipo 1, el arquetipo 3 y algo del arquetipo 2. Nótese que apenas hay estudiantes que se correspondan mayoritariamente con el perfil del arquetipo 3.

Nos podríamos preguntar cuál es la razón por la cual hay esos grupos separados en este segundo caso. Cabe recordar que la encuesta se realizó en dos grupos de laboratorio diferentes y que solo contaba con alrededor de 20 matriculados en el grupo de problemas, de los cuales 10 estaban en un grupo de la laboratorio y 10 en el otro grupo de laboratorio, pero además respondieron también estudiantes a los que solo había impartido 2 clases de laboratorio. Aunque no es posible distinguir quienes respondieron en un laboratorio o en otro, no sería descabellado suponer que los datos estuvieran ordenados en el mismo orden en que los leyó el lector óptico. Luego primero estarían los de un grupo de laboratorio y después los del otro. De hecho, encontramos en la primera mitad de la base de datos a aquellos estudiantes semejantes al arquetipo 2 de mejor valoración, mezclados con los de menor valoración, mientras que en la segunda mitad de la base de datos ocurre lo mismo. La pregunta sería, ¿los estudiantes del grupo de problemas a quienes había impartido más créditos, valoraron mejor o no? No puede saberse en este caso, ¿o sí?. Analicemos la base de datos con bosques aleatorios.

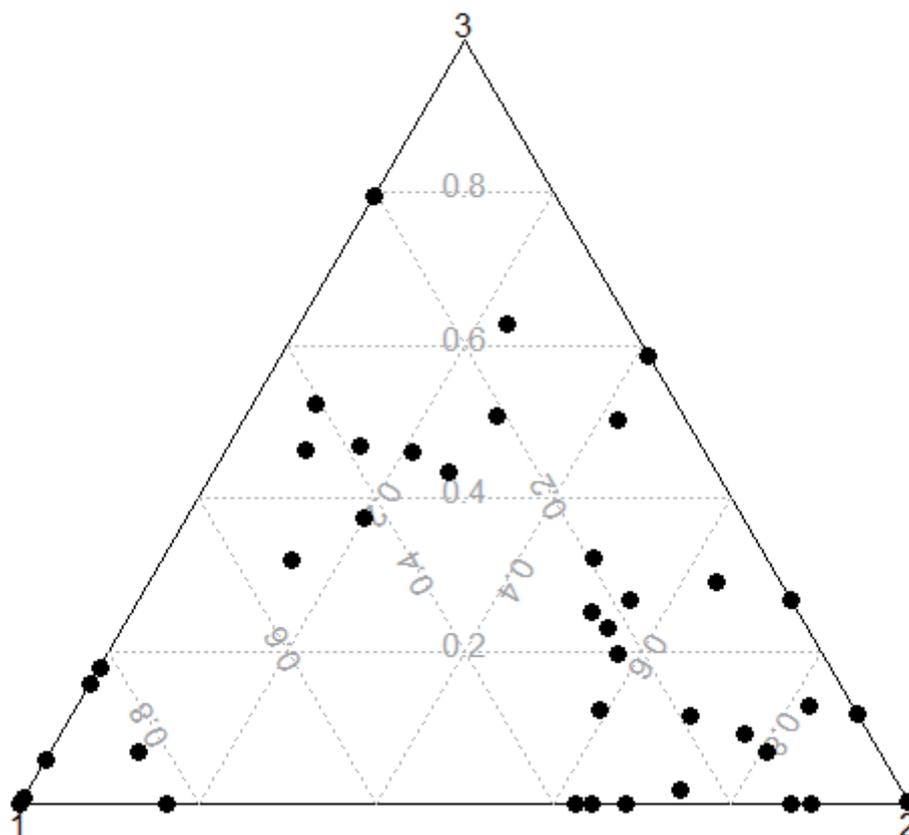


Figura 5. Gráfico ternario para el caso 2.

Respecto de los ítems con mayor importancia en la satisfacción general obtenida con IPM son, por orden, en este caso (los 5 más importantes): el ítem 6 (60%), ítem 7 (24%), ítem 14 (8%), ítem 5 (4%) y ítem 10 (2%). El ítem 6 correspondía con conseguir la participación de los estudiantes y el ítem 7 con la capacidad de comunicación. Si la valoración para el ítem 6 era mala, también se valoraba mal la satisfacción general, y viceversa, si la participación se valoraba alta, también lo era la satisfacción general. Esto puede darnos una pista para resolver si los estudiantes que valoraron bien fueron los que recibieron más créditos o los que solo recibieron 2 clases de laboratorio, y es que las clases de laboratorio, por su estructura (cada estudiante en un ordenador debía seguir a rajatabla la guía de las prácticas con el nuevo software), no dejaban mucho margen de maniobra para la participación de estudiantes ni de la propia profesora, por tanto, lo más probable es que el grupo que valoró peor correspondiera a aquellos estudiantes que recibieron solo 2 clases de laboratorio, y que valoraran mejor los que recibieron además de dichas clases, las clases de problemas.

Por último, es relevante señalar que estos dos ítems, ítem 6 y 7, fueron precisamente los menos importantes en el caso 1, con la otra asignatura de valoración global muy alta.

CONCLUSIONES

En este trabajo se han mostrado algunas herramientas, como el análisis de arquetipos y las medidas de importancia de variables en bosques aleatorios, para el análisis de encuestas docentes, que pueden incluir datos faltantes. Se ha ilustrado su aplicación en dos casos, uno con valoración global muy alta y otro con valoración global alta.

Como trabajo futuro, se podría aplicar en el estudio de grandes bases de datos, caso de poder disponer de ellas, y poder relacionarlas con otras variables que puedan ser relevantes, como el tamaño del grupo, el curso (primero, segundo, etc.), el campo, género, la optatividad, etc., con lo cual se podría tener una visión general. Además, las herramientas presentadas pueden aplicarse a otros problemas de minería de datos en educación.

Por último, quería acabar señalando la importancia relativa de la opinión del estudiantado en lo que respecta a la eficiencia del profesorado (Emery, Cramer and Tian).

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece la ayuda recibida de la Unitat de Suport Educatiu de la Universitat Jaume I, con número 3595, del curso 2018/19.

REFERENCIAS

ANECA. 2018. DOCENTIA. Recuperado de <http://www.aneca.es/Programas-de-evaluacion/DOCENTIA>.

Costantini, P., Linting, M. and Porzio, G. C. 2010. Mining performance data through nonlinear PCA with optimal scaling. *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, 26(1), 85–101.

Cutler, A., Breiman, L. 1994. Archetypal analysis. *Technometrics*, 36 (4), 338–347.

D'Esposito, M.R., Palumbo, F., Ragozini, G. 2012. Interval archetypes: a new tool for interval data analysis. *Statistical Analysis and Data Mining*, 5 (4), 322–335.

DOCENTIA-UJI. 2018. PROGRAMA DOCENTIA-UJI. Recuperado de <https://www.uji.es/serveis/opaq/base/gestio-qualitat/aval-doc/docentia/>.

Emery CR, Tracy RK, Tian RG. 2003. Return to academic standards: a critique of student evaluations of teaching effectiveness. *Quality Assurance in Education*, 11:37–46.

Epifanio I. 2016. Functional archetype and archetypoid analysis. *Computational Statistics and Data Analysis*, 104:24–34.

Epifanio I. 2017. Intervention in prediction measure: a new approach to assessing variable importance for random forests. *BMC Bioinformatics*, 18:230.

Epifanio I. 2016b. Cargas de trabajo no presencial ECTS arquetípicas del estudiantado: ¿cómo se reparten el trabajo semanalmente? En: Proceedings of Avances en Tecnologías, Innovación y Desafíos de la Educación Superior. ATIDES 2016, Castellón, Spain, 367-376.

Epifanio, I., Ibáñez, M.V. and Simó, A. 2017. Archetypal shapes based on landmarks and extension to handle missing data. *Advanced Data Analysis and Classification*. doi: <https://doi.org/10.1007/s11634-017-0297-7>.

Epifanio, I., Vinué, G., Alemany, S. 2013. Archetypal analysis: contributions for estimating boundary cases in multivariate accommodation problem. *Computers and Industrial Engineering*. 64 (3), 757–765.

Eugster, M.J., Leisch, F.. 2009. From spider-man to hero — archetypal analysis in R. *Journal of Statistical Software*, 30(8), 1–23. URL <http://www.jstatsoft.org/>.

Millán-Roures, L., Epifanio, I. Martínez,V. Detection of anomalies in water networks by functional data analysis. *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2018, Article ID 5129735, 13 pages, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5129735>

Mørup, M., Hansen, L.K. 2012. Archetypal analysis for machine learning and data mining. *Neurocomputing*, 80, 54–63.

R Development Core Team. 2018. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. ISBN 3-900051-07-0. <http://www.R-project.org>

Theodosiou, T., Kazanidis, I., Valsamidis, S., Kontogiannis, S. 2013. Courseware usage archotyping. En: Proceedings of the 17th Panhellenic Conference on Informatics. PCI '13. ACM, New York, NY, USA, 243–249.

Thøgersen, J.C., Mørup, M., Damkiær, S., Molin, S., Jelsbak, L. 2013. Archetypal analysis of diverse *Pseudomonas aeruginosa* transcriptomes reveals adaptation in cystic fibrosis airways. *BMC Bioinformatics*. 14, 279.

Vinué G, Epifanio I. 2017. Archetypoid analysis for sports analytics. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 31(6),1643–1677.

Vinué, G., Epifanio, I., Alemany, S. 2015. Archetypoids: a new approach to define representative archetypal data. *Computational Statistics and Data Analysis*, 87, 102-115.