

## **REDUCCIÓN DE LA DIMENSIONALIDAD PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACION AFECTIVA EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA**

**Diego Airado-Rodríguez  
María Antonia Dávila Acedo  
Ana Belén Borrachero Cortés**

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas, Facultad de Educación.  
Universidad de Extremadura.  
Email: airado@unex.es

<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v4.1031>

*Fecha de Recepción: 1 Febrero 2017  
Fecha de Admisión: 1 Abril 2017*

### **RESUMEN**

En el desarrollo personal de los estudiantes influyen tanto factores cognitivos como afectivos. Por ello, es muy importante tener en cuenta las emociones de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias. Este hecho cobra más relevancia aún cuando los estudiantes son maestros en formación, ya que las emociones que estos sientan hacia la ciencia van a influir de manera crucial en su práctica educativa con sus futuros alumnos. Esta comunicación se centra en utilización de análisis de componentes principales (PCA) como técnica estadística de reducción de la dimensionalidad para el análisis de las emociones y para ello se ha empleado como estudio de caso una investigación llevada a cabo con estudiantes de magisterio en la cual se determinaron las emociones que estos sienten al enfrentarse a la resolución de un problema de física de manera teórica, es decir con el lápiz, el papel y la calculadora, o de manera más práctica, en el laboratorio. El problema seleccionado consiste en la descomposición de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en un plano inclinado y el cálculo del coeficiente de rozamiento. La muestra considerada está formada por 118 estudiantes que asisten a la sesión de laboratorio y 75 que asisten a la clase de problemas. Para la medida de las emociones se ha utilizado un cuestionario que incluye tanto emociones positivas como negativas. Se ha comprobado que el análisis de los datos se puede llevar a cabo de manera efectiva mediante PCA y como resultado de este análisis se ha llegado a la conclusión de que los estudiantes sienten más confianza y menos inseguridad cuando se enfrentan al problema de manera más práctica.

**Palabras clave:** Maestros en formación; emociones; resolución de problemas.

**ABSTRACT**

In the personal development of the students both cognitive and affective factors have important influence. Therefore, it is very important to take into account the emotions of the students in the sciences teaching-learning process. This fact becomes even more relevant when the considered students are teachers in formation, since the emotions they feel toward science will crucially influence their educational practice with their future students. This communication is centered in the usefulness of principal component analysis (PCA) for dimensionality reduction to aid the analysis of emotions. It has been employed as case of study a survey on emotions of university students when addressing a physics problem from a theoretical (“on the paper”) and from a practical point of view (in the physics lab). The selected physics problem deals with the decomposition of forces in an inclined plane and the determination of the friction coefficient. The considered sample consisted on 118 students attending to the lab session and 75 students attending to the theoretical class session of problem solving. Emotions have been measured with the aid of a questionnaire including both, positive and negative emotions. Data analysis has been successfully performed by means of principal component analysis (PCA) and results demonstrate that students show more confidence and less insecurity when addressing the problem in the laboratory and from a more practical point of view.

**Keywords:** Initial Teacher Education; emotions; problem solving.

**INTRODUCCIÓN**

La importancia de las emociones de los estudiantes y también las de los profesores en el proceso de enseñanza aprendizaje hacia cualquier materia y en cualquier etapa del proceso educativo ha sido descrita extensamente en la literatura (Gardner, 1995). Igualmente, se ha puesto en relieve la necesidad de considerar la dimensión afectiva en la enseñanza de la ciencia, ya que es esencial reconocer que el afecto es una emoción involucrada en los actos de conocer, pensar, actuar e interactuar (Hong, Lin and Lawrenz, 2012; Vázquez and Manassero, 2007). En definitiva, en la actualidad está sobradamente establecido el hecho de que los procesos cognitivos están altamente influenciados por sentimientos y emociones.

Uno de los principales problemas en la enseñanza de las ciencias es la connotación de dificultad y las emociones negativas, tales como el aburrimiento que surgen en los estudiantes durante la educación secundaria, lo que les lleva a elegir itinerarios y carreras alejados de la ciencia (Rocard et al., 2007). Es importante resaltar también que la connotación de dificultad y las emociones negativas hacia las ciencias son mucho más marcadas durante la educación secundaria que durante el periodo de educación primaria (Beauchamp and Parkinson, 2008). Vázquez y Manasero (2011) establecen que los estudiantes describen las asignaturas de ciencias como aburridas, difíciles e irrelevantes para el día a día. En esta misma línea, Solbes (2011) describe cómo los estudiantes de secundaria ven las asignaturas de ciencias como asignaturas aburridas, con poca aplicación práctica y difíciles.

A este respecto, Murphy y Beggs (2003) establecen que el profesor tiene un papel fundamental en las emociones que las asignaturas de ciencias despiertan en los alumnos, ya que la falta o disminución de clases prácticas tiene como consecuencia el aumento de las emociones negativas en el alumnado.

Por otra parte, varios autores han establecido que existe una dependencia entre la el tipo de disciplina científica y las emociones que estas disciplinas despiertan en el alumnado. Así, se ha encontrado que la biología y la geología da lugar a emociones más positivas que la física, la química o las matemáticas (Castillo, Borrachero, Brígido and Mellado, 2013; Mellado et al. 2014).

El estudio de las emociones es siempre importante, pero mucho más cuando los estudiantes sean maestros en formación, ya que de manera consciente o inconsciente, las emociones que ellos tengan hacia las ciencias van a influir en el futuro en su práctica educativa. En este trabajo se han estudiado las emociones de un grupo de maestros en formación ante la resolución de un problema de física. Se ha hecho un doble abordaje de la resolución de este problema y en ambos casos se han determinado las emociones. Por una parte se les ha pedido que lo resuelvan de manera teórica, en una clase de problemas, y por otra parte, el mismo problema se ha estudiado desde un punto de vista más práctico en el laboratorio de física.

## **METODOLOGÍA**

### **Muestra y diseño de la intervención.**

Este estudio ha sido llevado a cabo durante el curso académico 2016/2017 en la Universidad de Extremadura, con estudiantes de cuarto curso del grado en Educación Primaria de la Facultad de Educación. La muestra ha consistido en 118 estudiantes que asisten a las prácticas de laboratorio y 75 estudiantes que asisten a la clase de problemas. Se ha planteado un doble abordaje para la resolución de un problema de física que consiste en la descomposición de fuerzas en un plano inclinado y el cálculo del coeficiente de rozamiento. Por una parte el problema se les presenta a los estudiantes de manera teórica en una clase de problemas y se les pide que lo resuelvan “sobre el papel” y por otra parte, el mismo problema se trata en el laboratorio, con un plano inclinado real y deslizando por el mismo objetos de distinto peso y composición. En ambos casos, se lleva a cabo la medida de las emociones de los estudiantes.

Para la medida de las emociones de los estudiantes se ha empleado un cuestionario anónimo y semi-abierto, que se los estudiantes rellenan al final de la clase de problemas y al final de la sesión de laboratorio. El cuestionario ha sido adaptado a partir del inicialmente propuesto por Romero-Gutiérrez et al. (2016). En el cuestionario, se les pedía a los estudiantes que indicaran si habían sentido o no una determinada emoción. En caso de marcar sí, se les pedía que indicaran cuando habían sentido esa emoción y en caso de marcar no, deberían indicar por qué no la sintieron. Se consideraron un total de ocho emociones, que fueron rechazo, vergüenza, aburrimiento, inseguridad, confianza, concentración, interés y satisfacción.

### **Tratamiento y análisis de los datos.**

Sobre los datos recogidos con el cuestionario anteriormente presentado, se puede llevar a cabo tanto análisis cuantitativo como cualitativo. Sin embargo este trabajo se centra únicamente en el análisis cuantitativo.

En primer lugar, las respuestas “sí” y “no” marcadas por los alumnos fueron transformadas en unos y ceros, respectivamente, con objeto de poder analizar cuantitativamente los resultados. El conjunto de datos resultante fue organizado en forma de matriz, de tamaño 193x8 (193 estudiantes que asisten a la clase de problema y/o a la sesión de laboratorio y 8 emociones medidas). En primer lugar, se calculan sobre esta matriz porcentajes globales de emociones positivas y negativas en la clase de problemas y en la sesión de laboratorio y a continuación, se lleva a cabo el análisis mediante PCA a través del programa informático “The Unscrambler” (Unscrambler v. 9.7, CAMO A/S, Trondheim, Norway).

### **Análisis de componentes principales (PCA).**

Un conjunto de datos muy grande puede contener una gran cantidad de información parcialmente “oculta”, ya que la tabla de datos puede llegar a ser grande y compleja como para ser fácil-

mente interpretada. El PCA es una técnica comúnmente usada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos. Ante un conjunto de datos con muchas variables, PCA las reduce un número menor, perdiendo la menor cantidad de información posible. Se dice por tanto que el PCA es una técnica estadística de síntesis. PCA ayuda a determinar cómo de diferentes son las muestras entre sí, cuales son las variables que más contribuyen a diferenciar las muestras, así como a detectar posibles correlaciones entre variables. La aplicación de PCA supone la generación de un nuevo sistema de variables, denominadas componentes principales (PC). El primer PC contiene la mayor parte de la información contenida en el conjunto inicial de datos; el segundo PC contiene el máximo de la variación restante, y así sucesivamente. Los resultados del análisis de PCA son gráficos de "scores" y de "loadings". A través del gráfico "loadings" se puede determinar la correlación entre variables. Cada variable tiene un valor de "loading" en cada PC, el cual indica en qué extensión esa variable contribuye a ese PC. Las variables con un alto valor "loading" en un determinado PC determinan el significado de ese PC. Para estudiar la correlación entre variables, es importante tener en mente que cuando dos variables presentan altos valores "loading" en el mismo PC, entonces estas variables están altamente correlacionadas. Si los valores "loading" tienen el mismo signo, la correlación es positiva y en caso contrario, negativa. Por otra parte, el gráfico de "scores" representa las diferencias y similitudes entre muestras y sirve para buscar agrupamientos entre las mismas. El valor "score" en un PC para una muestra determinada describe el comportamiento de esta muestra con respecto a las variables con altos valores "loading" en ese mismo PC. Así, las muestras con valores "score" similares en un determinado PC, se pueden considerar similares en cuanto a las variables que contribuyan en mayor medida a dicho PC. Del mismo modo, las muestras con diferentes valores "score" sobre un PC determinado serán diferentes entre sí, en términos de las variables que más contribuyan a ese PC. Los gráficos "score" son normalmente empleados para buscar patrones de comportamiento entre muestras (Unscrambler v. 9.7, CAMO A/S, Trondheim, Norway).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar, se llevó a cabo un análisis global de los resultados, tratando de manera global las emociones negativas (rechazo, aburrimiento, vergüenza e inseguridad) y las emociones positivas (concentración, interés, confianza y satisfacción). Para ello, se cuenta el número total de veces que se dan emociones positivas y negativas en la clase de problemas y en la sesión de laboratorio, y se calculan los correspondientes porcentajes. Así, se encuentra que las emociones negativas caen del 30 % al 12 % al pasar de la clase de problemas a la sesión de laboratorio, mientras que las positivas cambian del 85 % al 91 %.

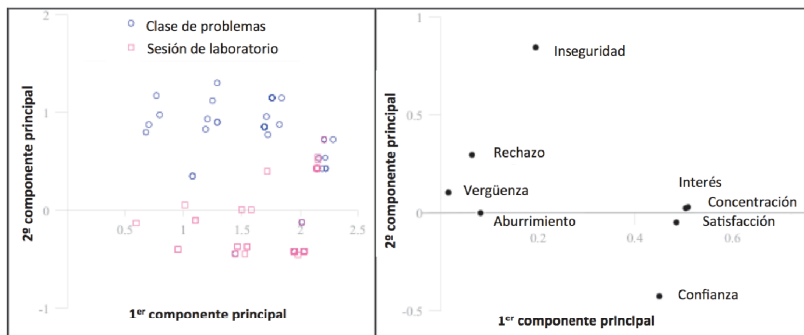
A continuación se lleva a cabo el análisis mediante PCA. En la figura 1 se muestran los resultados del mismo, en forma de gráficos "score" (izquierda) y "loading" (derecha) en el plano formado por el primer y segundo componente principal (PC1 y PC2). En este caso PC1 explica el 82 % de la varianza total de la matriz de datos y PC2, el 7%.

Como puede observarse en el gráfico "loading" (Figura 1, derecha), las emociones vergüenza, aburrimiento y rechazo tienen pequeños valores "loading" tanto en PC1 como en PC2, lo que significa que estas variables no deberían ser tenidas en cuenta en el análisis de los resultados, ya que contribuyen muy poco a los dos primeros componentes principales. Las emociones interés, concentración y satisfacción presentan altos valores "loading" para PC1 y se sitúan muy cercanas entre sí en el gráfico "loading", lo que significa que estas tres emociones están positivamente correlacionadas, o lo que es lo mismo, que los estudiantes que muestran interés, tienden a mostrar también concentración y satisfacción. La emoción confianza, presenta también un valor "loading" elevado para PC1. Por tanto, puede decirse que el primer componente principal representa la positividad o

emociones positivas. Por otra parte, las emociones inseguridad y confianza, presentan valores “loading” altos para PC2, pero con signo positivo y negativo, respectivamente, lo que quiere decir que estas dos emociones están negativamente correlacionadas, lo cual es lógico, ya que los estudiantes que muestran inseguridad no muestran confianza. PC2, por tanto, representa en este caso la seguridad/inseguridad de los estudiantes participantes en el estudio.

Una vez identificado el significado de cada PC, se procede a la observación del gráfico “score” (figura 1, izquierda), con objeto de buscar similitudes y diferencias entre las muestras. En este gráfico se observa que las muestras no parecen agruparse a lo largo de PC1, sin embargo se puede observar algo de agrupamiento a lo largo de PC2, con los estudiantes de la clase de problemas localizados mayoritariamente en la parte alta del gráfico y los de la sesión de laboratorio en la parte baja. Por tanto, PC2, que representa seguridad/inseguridad, es capaz de diferenciar entre los estudiantes cuando estos reciben una sesión teórica o práctica, ya que los segundos presentan más seguridad y confianza.

Figura 1.  
Resultados del análisis PCA. Gráficos “score” (izquierda) y “loading” (derecha) para los componentes principales primero y segundo.



## CONCLUSIONES

Por una parte, se comprueba la utilidad del análisis de componentes principales para la interpretación de la dimensión afectiva. Por otra parte, como conclusión fundamental del caso de estudio de este artículo puede decirse que los estudiantes muestran mayor seguridad y confianza en sí mismos al abordar la resolución de un problema desde el punto de vista práctico. Se debería por tanto incrementar el carácter experimental de las asignaturas de ciencias.

## AGRADECIMIENTOS:

Estudio financiado por el Proyecto de Investigación: EDU2016-77007-R del Ministerio de Economía y Competitividad de España. Los autores agradecen la Ayuda a Grupos: GR15009 de la Junta de Extremadura (España) y el Fondo de Desarrollo Regional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beauchamp, G. and Parkinson, J. (2008). Pupils' attitudes towards school science as they transfer from an ICT-rich primary school to a secondary school with fewer ICT resources: Does ICT matter? *Education and Information Technologies*, 13 (2), 103-118.
- Castillo, E., Borrachero, A. B., Brígido, M. and Mellado, V. (2013). Las emociones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista*

## **REDUCCIÓN DE LA DIMENSIONALIDAD PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACION AFECTIVA EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA**

- EUREKA sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 10 (extra), 514-532.
- Gardner, H. (1995). Reflections on multiple intelligences. *Phi Delta Kappan*, 77 (3), 200-208.
- Hong, Z. R., Lin, H. S. and Lawrenz, F.P. (2012). Effects of an integrated science and societal implication intervention on promoting adolescents' positive thinking and emotional perceptions in learning science. *International Journal of Science Education*, 34 (3), 329-252.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32 (3), 11-36.
- Murphy, C. and Beggs, J. (2003). Children perceptions of school science. *School Science Review*, 84 (308), 109-116
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. and Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission, Community Research.
- Romero-Gutiérrez, M., Martínez Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M.R. (2016). Evaluación de un cuestionario abierto de autorregulación de las emociones en didáctica de las ciencias experimentales. In J.L. Bravo-Galán 27 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales (pp 621-628). Badajoz: Universidad de Extremadura.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de Ciencias? *Alambique*, 17 (67), 53-61.
- Vázquez, A. and Manassero, M. A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (II): evidencias empíricas derivadas de la investigación. *Revista EUREKA sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4 (3), 417-441.
- Vázquez, A. and Manassero, M. A. (2011). El descenso de las actitudes hacia la ciencia de chicos y chicas en la educación obligatoria. *Ciencia and Educação*, 17 (2), 249-269.