

Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra»

Analysis of the emotions in the inquire-base work: «The black box»



Federico Agen es Doctorando en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid (España) · fagen@ucm.es · <https://orcid.org/0000-0001-7782-1817>



Ángel Ezquerro es Profesor Titular en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid (España) · angel.ezquerro@edu.ucm.es · <https://orcid.org/0000-0002-5736-9867>

Cómo citar este artículo

Agen, F. y Ezquerro, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación: «La Caja Negra». *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>

Resumen. El estudio de la influencia de las emociones en el aprendizaje es una tendencia emergente en la investigación en didáctica de las ciencias. Varios trabajos han demostrado la función crítica que desempeñan las emociones en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje. Por tanto, es determinante que, tanto profesores como alumnos, dispongan de los conocimientos necesarios para poder controlarlas y gestionarlas. En este trabajo se presenta una actividad de aprendizaje por indagación en la que se analizaron las emociones mostradas por los estudiantes. La propuesta fue implementada con alumnos de la Facultad de Educación-CFP-UCM, divididos en grupos de observadores y observados. Los observadores realizaron un registro de las emociones que mostraban sus compañeros durante las diferentes fases de la indagación del contenido de una «caja negra». Para ello, utilizaron un formulario, disponible mediante enlace a docs.google.com. El análisis muestra que la frustración y la confusión son las emociones detectadas con la frecuencia más alta en este tipo de trabajo de indagación. Además, las manifestaciones de los distintos tipos de emociones muestran un flujo emocional relacionado con las fases de la indagación. Este trabajo confirma la importancia de las emociones activadoras -positivas y negativas- para la realización de tareas de aprendizaje; también, nos anima a promover la inclusión de la capacidad de gestión de las emociones en la formación docente.

Abstract. The study of the influence of emotions on learning is an emerging trend in didactic research. Several studies have shown the critical role emotions play in the teaching and learning process. Thus, it is essential that both teachers and students are aware of affective states and that they have the capacity and ability to control and manage their emotions. In order to observe the emotional response during a science teaching activity, an educational proposal for discovery learning was developed. The proposal was implemented with teaching students from the Teacher Training Center (UCM). The participants were divided in two groups, observers and observed. The observers had to observe the emotions of their peers discovering the contents of a «black box». The groups of the observers made a record of the emotions expressed during the different phases of the inquiry, using a form, designed on purpose, available through a link to docs.google.com. The analysis shows that confusion and frustration have the highest overall frequency in this kind of investigation work. Furthermore, the manifestations of the different types of emotions shows an emotional flow related to the phases of the inquiry. This work confirms the importance of activating emotions for carrying out learning tasks and encourages the inclusion of the ability to perceive emotions in teacher training.



Recibido: 2020-09-27 | Revisado: 2020-11-14 | Aceptado: 2020-12-04 | Publicado: 2021-04-28

DOI: <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09> | Páginas: 125-138

www.revistascientificas.us.es/index.php/IE/index

Palabras clave · Keywords

Emoción, formación de profesores, educación de la afectividad, condiciones de aprendizaje, investigación educativa, clase experimental.

Emotion, teacher education, affective education, learning conditions, educational research, experimental class.

1. Introducción

En las últimas décadas, varios estudios han resaltado la importancia de las emociones en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Artino et al., 2012; Dávila et al., 2015; Guedes & Mutti, 2010; Hargreaves, 1996; Mellado et al., 2014; Pekrun, 2006; Pekrun et al., 2002; Rebollo-Catalán y Hornillo, 2010; Restrepo, 2009). Hoy en día, cabe destacar, que cada vez más investigadores reconocen un papel significativo de las emociones en el aula, tanto por los estudiantes como por los profesores, indicando que ambos muestran emociones positivas y negativas (Borrachero et al., 2017; Brígido et al. 2010; Costillo et al., 2013; Mellado et al., 2014). La afectividad, por tanto, influye en el aprendizaje, en el desarrollo cognitivo y la salud mental del alumnado; y por ello, en la formación de los profesores y sus carreras profesionales. Los profesores no son sólo responsables por los contenidos didácticos, sino también en inspirar la pasión por la disciplina que enseñan y por alimentar el interés y la actitud positiva hacia el aprendizaje. Esto contribuye a que la clase sea un lugar emocional (Engelmann & Bannert, 2019; Fiedler & Beier, 2014; Retana et al., 2019; Wang et al., 2020).

Las emociones influyen en procesos como la atención, la memoria, la recuperación, la solución de problemas, la tendencia motivacional, el comportamiento, la auto-regulación, las estrategias de estudio y los resultados académicos de los estudiantes (Barrett, 2016; Rebollo-Catalán et al., 2014). Las emociones, la motivación y la cognición representan realidades psicológicas que a menudo actúan de forma integrada, pero también pueden encontrarse separadamente. Las relaciones entre las cuestiones cognitivas y las emociones dependen de las experiencias de cada persona (Barrett, 2017; Hoemann et al., 2019). Por ejemplo, una situación de aprendizaje puede ser evaluada, por parte de un estudiante, como una oportunidad para aprender, relacionada con sus capacidades y necesidades, y consecuentemente experimentar placer como resultado de esta evaluación. Esto implica que, una vez que se ha inducido el disfrute, el estudiante puede continuar con el proceso cognitivo, que ahora se convierte en parte del placer emocional. Esta secuencia implica que una evaluación cognitiva «fría» se ha transformado en una cognición «cálida», integrada en una emoción (Pekrun, 2006). Si estos procesos integrados son ignorados por parte de los profesores, pueden limitar la progresión de sus alumnos (Mellado et al., 2014). Esta visión es recogida bajo el término general de modelo de cambio conceptual cálido. Esta perspectiva, sugerida por autores como Pintrich et al. (1993), proporciona un importante sustrato teórico que incorpora componentes afectivos a los puramente cognitivos. Por tanto, es importante que la investigación educativa tenga en cuenta la dimensión afectiva, considerando todas las posibles emociones experimentadas por los estudiantes (Pekrun et al., 2014).

Constatar cómo las emociones están presentes en el proceso de aprendizaje en clase, recalca la importancia de conocer, controlar y autorregular las emociones por parte del alumnado. También, determina la necesidad de formar profesores emocionalmente competentes, que tengan conocimiento de las emociones involucradas en el contexto educativo, que sepan diagnosticar y autorregular sus emociones para poder regularlas dependiendo del contexto. Estas capacidades, consecuentemente, pueden determinar emociones positivas hacia el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, y contrastar las emociones negativas, que posiblemente se generan a lo largo de la escolaridad (D'Mello et al., 2018; Lehman et al., 2012; Pekrun, 2006). Estas últimas parecen ser un obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, mejor sustituirla con emociones positivas como placer, orgullo, satisfacción, alegría y confianza, entre otras (Costillo et al., 2013; Mellado et al., 2014). En efecto, algunos estudios recalcan la importancia de las emociones positivas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y de cómo puede ser favorable un incremento de las emociones positiva con disminución de las negativas, debido a la introducción de la educación emocional en clase (Dávila et al., 2016; Retana et al., 2019).

Sin embargo, otros estudios muestran que las emociones positivas pueden tener efecto tanto positivo como negativo. Esto, también, ocurre con las emociones negativas. La mayoría de las veces parece normal evitar las emociones negativas por parte de los profesores; sin embargo, hay situaciones donde tienen efectos positivos, como para mantener la disciplina en clase. Tal vez, emociones positivas como la piedad y la simpatía pueden establecer falta de equidad entre los alumnos. El profesorado no tiene que esconder sus emociones negativas, sino presentarlas abiertamente de forma adecuada y coherente con la situación en clase (Loderer et al., 2019). Por esto, se necesita la capacidad de gestionarlas hacia un objetivo educativo predeterminado. La competencia emocional tiene que ser parte del currículo del profesorado, porque las emociones de los profesores tienen un importante efecto sobre el alumnado, y la identificación, expresión,

aplicación, comprensión y control de las mismas puede tener grandes beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, puede contribuir a reducir la frustración y subir la satisfacción laboral de los profesores, mejorando su eficacia en clase (Rodrigo-Ruiz, 2016).

En función de lo planteado, nos hemos enfocado sobre la observación de las emociones que los estudiantes expresan en una actividad de aprendizaje. En concreto, se pidió a una de las secciones de los participantes, separados en distintos grupos, que averiguaran el contenido de una caja, denominada «caja negra», actividad propuesta entre otros por Solís-Espallargas et al. (2015) y Haber-Schaim et al. (1979). La otra sección de participantes tenía que estimar las emociones expresadas.

El propósito de este trabajo es doble. Por una parte, consistió en averiguar la frecuencia de las emociones epistémicas en una actividad de aprendizaje por indagación. Por otra, hacer conscientes a los participantes, futuros docentes, de las emociones involucradas en una actividad de aula y, de este modo, hacerles conscientes de su importante papel en la formación docente.

2. Fundamentos teóricos

2.1. Las emociones y el aprendizaje

Los estudios sobre las emociones en educación incluyen varias y diferentes categorías, situación que nos habla de la complejidad y la dificultad teórica de la investigación en este ámbito. Las categorizaciones discretas de las emociones expresadas, por ejemplo, con término absolutos como alegría o ansiedad, sirve para definir una emoción percibida o expresada durante una acción puntual. Sin embargo, es posible considerar modelos dimensionales para describir las experiencias emocionales de un modo más matizado. Estos modelos se apoyan sobre un reducido número de componentes, nombrados como dimensiones (Harley et al., 2016), y utilizan la valencia (placer/displacer o positiva/negativa) y la activación (activadora/desactivadora) (Barrett, 2006; Pekrun & Linnerbrink-Garcia, 2014; Russell, 1980; Waston et al., 1988) para expresar la vinculación de componente emocional con la tarea a realizar. La valencia se refiere a lo agradable (p. ej., la alegría tiene valencia positiva) o desagradable (p. ej., la ansiedad tiene valencia negativa), mientras la activación corresponde al grado de excitación fisiológica que provoca una emoción cuando se activa. La alegría y la ansiedad son ejemplos de emociones activadoras (es decir, excitadoras), mientras el aburrimiento y el alivio son ejemplos de emociones desactivadoras (Harley et al., 2016). Estos ejemplos ilustran una cuadrícula bidimensional (con valencia y activación como ejes) sobre la cual se pueden situar diferentes emociones; el punto neutral está situado en el centro, como en el modelo circunplejo de Russell (1980). Además, las emociones pueden agruparse dimensionalmente dependiendo del enfoque hacia donde van dirigidas (Pekrun, 2006).

En los últimos años, los estudios en educación se han enfocado sobre la variedad de características personales y de contexto relacionadas con el desarrollo de las emociones de logro (achievement emotions) (Artino et al., 2012; Paoloni et al., 2014; Pekrun et al., 2007). Con este término se indican las emociones relacionadas con el marco académico, y conceptualizadas como procesos psicológicos complejos, que tienen componentes afectivos, cognitivos, motivacionales y expresivos (Schutz & Pekrun, 2007). Bajo esta visión, desarrollada en la teoría de Valor y Control de Pekrun (2006), dos grupos de evaluaciones (appraisals) son considerados de relevancia específica para las emociones de logro: (1) el control subjetivo sobre las actividades de logro y sus resultados (por ejemplo, la expectativa de que la persistencia en el estudio puede ser promulgada y que conducirá al éxito); y (2) los valores que un individuo percibe de estas actividades y resultados (por ejemplo, la importancia percibida del éxito).

Las emociones de logro se pueden dividir en emociones de actividad y de resultado. Las emociones de actividad (activity emotions) están relacionadas con el logro en curso. Si una actividad es percibida como suficientemente controlable por la persona, esta actividad determinará alegría, felicidad... Al contrario, si es percibida negativamente determina rabia, si falta control sobre el desarrollo de la actividad llevará frustración, y si faltan incentivos determinará aburrimiento.

Las emociones de resultado pueden ser negativas cuando vienen determinadas por la falta de habilidades o de esfuerzo. Así, diferentes emociones suelen ser probadas si un resultado positivo o negativo es determinado por sí mismo u otra persona, causando orgullo o frustración, gratitud o rabia (Pekrun, 2006). Siguiendo al autor anterior, dependiendo del enfoque, se subdividen en: (a) Emociones de resultado de prospectiva, que son relacionadas con la anticipación de posibilidades en futuro; la intensidad de la expectativa y el valor percibido del éxito determinan la emoción probada; la evaluación subjetiva de éxito lleva a probar una felicidad anticipadora; la percepción de poder evitar un fracaso lleva a alivio anticipador; al contrario, la percepción de no ir a tener éxito o no poder evitar un fracaso, determinan desesperanza. (b)

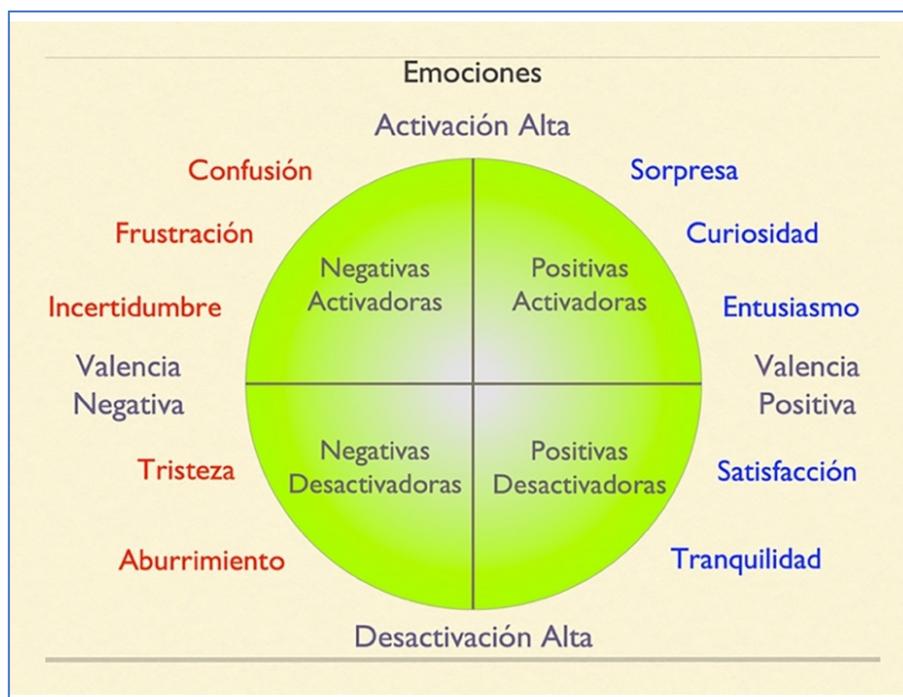
Emociones de resultado de retrospectiva, que son las que se enfocan en lo que ha ocurrido; el éxito positivo determina alegría, el fracaso tristeza y frustración; una falta de un éxito esperado lleva a desilusión, decepción; la no ocurrencia de un previsto fracaso determina alivio; luego de un resultado académico positivo o negativo, se puede probar orgullo o vergüenza.

Las emociones de logro están relacionadas con los aspectos del éxito académico, con la capacidad de lograr un objetivo en una actividad o como resultado del aprendizaje. Una categoría distinta de emociones, que tal vez comparte propiedades afectivas con las emociones de logro, diferenciándose, pero por el enfoque del objeto, es representada por las emociones epistémicas. Estas son aquellas que están relacionadas con la adquisición de conocimientos y son provocadas por el proceso cognitivo de la gestión de la información durante las actividades de aprendizaje. Las emociones epistémicas son probadas por un alumno durante el proceso de generación cognitiva de conocimiento, por ejemplo, al evaluar si la nueva información se alinea con el conocimiento existente previamente y/o si existen inconsistencias entre fuentes de conocimiento (Lehman et al., 2012; Pekrun, Vogl et al., 2017). Las emociones epistémicas se producen en caso de información inesperada, material de aprendizaje complejo o contradictorio, dificultades para comprender el material de aprendizaje. A diferencia de las emociones de logro, es más probable que las emociones epistémicas sigan una secuencia, como la sorpresa por descubrir una inconsistencia entre el conocimiento previo y la nueva información, o la confusión si una discrepancia no se resuelve de inmediato. Ejemplos de típicas emociones epistémicas incluyen sorpresa, curiosidad, frustración, aburrimiento y confusión (D'Mello, 2013; Pekrun, 2017).

En función de esta base teórica, con el fin de clasificar las emociones, se tuvo en cuenta las categorizaciones realizadas por distintos autores, incluyendo la valencia y la activación en un modelo circunplejo bidimensional (ver Figura 1) (Barrett & Russell, 1999; Bisquerra, 2009; Brígido et al., 2013; Borrachero, 2015; Dávila et al., 2016; Frenzel, 2014; Mellado et al., 2012; Rebollo-Catalán et al., 2014; Russell, 1980; TenHouten, 2007; Waston et al., 1988). Esto nos permitió elaborar un modelo incluyendo cinco emociones positivas (Sorpresa, Curiosidad, Entusiasmo, Satisfacción, Tranquilidad,) y cinco negativas (Confusión, Frustración, Incertidumbre, Tristeza, Aburrimiento); distribuidas en cuadrantes que indican la activación (Positivas activadoras, Negativas activadoras, Positivas desactivadoras y Negativas desactivadoras); con el punto neutral en el centro de los ejes (Figura 1).

Figura 1

Modelo circunplejo. Estructura bidimensional de las emociones (Elaboración propia)



2.2. Las emociones y la indagación

Las emociones académicas, que se encuentran en una actividad por indagación dependen profundamente en la forma en que los profesores y los estudiantes perciben lo que ocurre en el contexto de

una actividad específica en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Meyer & Turner, 2002). En este sentido, la frustración puede ser determinada por una incompetencia personal o una incongruencia de tipo cognitivo relacionada con una tarea no cumplida; pero también por contenidos que pueden afectar la sensibilidad de un alumno, o una dificultad en el uso de una tecnología (Loderer et al., 2019). Por otra parte, la confusión, a pesar de ser considerada típicamente como una emoción negativa activadora asociada con resultados de aprendizaje negativos, puede perfectamente conducir a un aprendizaje más adecuado, más profundo. Esto es así debido a que la confusión puede resultar útil como catalizador para actividades cognitivas que solicitan un esfuerzo para superar un estancamiento en la resolución de un problema, e implicar una evaluación y una revisión de los modelos mentales existentes. Además, puede ser positiva cuando se acompaña de curiosidad por analizar situaciones suficientemente desafiantes. Por otro lado, la confusión puede volverse improductiva si el impasse es demasiado grande o si desafía los esquemas cognitivos existentes, provocando frustración, que puede acabar en aburrimiento (D'Mello et al., 2014).

Esto muestra cómo las circunstancias influyen sobre las emociones, indicando cómo las categorías cambian sus efectos sobre el alumnado dependiendo del momento personal y del contexto. Esta visión del modelo dimensional puede explicar, de forma adecuada y detallada, las sensaciones afectivas que acompañan el aprendizaje en toda su complejidad (Loderer et al. 2019).

Las emociones pueden inducir y modular el interés y la motivación del estudiante para aprender. Relacionado con esto, la dimensión activadora o desactivadora es importante para entender el significado de una emoción discreta en un contexto didáctico. Las emociones positivas activadoras, como alegría y curiosidad, pueden movilizar energía y motivación hacia el aprendizaje. También la capacidad de manejar situaciones difíciles y lograr resultados puede determinar orgullo y esperanza en las propias capacidades, mejorando el proceso de aprendizaje. Por el contrario, emociones negativas desactivadoras, debidas por ejemplo a repetidos fracasos al completar una tarea, llevan a emociones como aburrimiento, desesperanza, que pueden tener efectos negativos en la motivación y llevar al abandono escolar temprano.

Emociones positivas desactivadoras y negativas activadoras pueden tener un papel ambiguo. Las positivas desactivadoras, como el alivio debido a un éxito inesperado, pueden determinar una confianza en uno mismo poco realista. Las negativas activadoras, como ansiedad y vergüenza, pueden disminuir la motivación intrínseca hacia el aprendizaje, pero también, pueden determinar una fuerte motivación extrínseca para intensificar el compromiso y evitar futuros fracasos. También rabia y envidia pueden motivar a estudiar más y conseguir mejores resultados que los compañeros (Loderer et al. 2019).

Las actividades por indagación en el aula, donde un estudiante se encuentra con situaciones intuitivas y también con otras aparentemente incongruentes, pueden estimular emociones epistémicas activadoras o desactivadoras, (D'Mello & Graesser, 2012; D'Mello et al., 2014). En el proceso de descubrir se hacen predicciones, que deben cambiar continuamente y ajustarse sobre la base de las informaciones recibidas. Algo que puede entrar en conflicto con las expectativas previas. Así, un error de predicción señala una desviación del estado actual con respecto a lo que se predice y solicita una actualización (Barrett et al., 2019). Las expectativas previas se basan en el modelo de mundo de una persona y son, en parte, derivadas de las regularidades estadísticas que una persona experimenta a lo largo de su vida y, en parte, están conectadas con la estructura de los circuitos neuronales de nuestro sistema sensor (Ezquerro & Ezquerro-Romano, 2018). Desde el punto de vista educativo, podemos encontrar aquí una razón para comprender como surgen las concepciones alternativas y la robustez que presentan frente al cambio. Es decir, las dificultades emocionales que implica la modificación de las ideas previas.

2.3. La percepción de las emociones

Todo esto determina diferencias en los procesos perceptivos, cognitivos y actitudinales entre un individuo y otro. Para conocer la emoción de una persona podemos preguntar directamente a ella o intentar deducirla. Sin embargo, en el primer caso no sabemos si esta persona es capaz de percibir y expresar correctamente su propia emoción. En la segunda opción, se puede intentar deducir por su manera de expresarse o su postura o sus movimientos faciales..., estos indicativos son comúnmente denominados expresiones emotivas. Por ejemplo, cuando vemos a alguien sonreír deducimos que está contento, lo cual supone una inferencia inversa. Esto es en realidad una tentativa de evaluar algo de otra persona para lo cual, en realidad, no tenemos acceso directo (Barrett et al., 2019).

Los movimientos de los músculos de la cara casi siempre acompañan un estado emotivo, por esto las expresiones faciales son las que más se utilizan para evaluar la emoción.

Para justificar una inferencia inversa de una configuración facial específica, que expresa y, por lo tanto, revela un estado emocional específico, deben cumplirse cuatro criterios: confiabilidad, especificidad, generalizabilidad y validez (Barrett et al., 2019). Esta posible situación experimental está avalada por varios

estudios (Ekman, 1972; Ekman & Friesen, 1971; Ekman et al., 1969). Sin embargo, todavía, tenemos que considerar la dificultad de obtener datos estadísticamente confiables relacionados con las configuraciones faciales de las percepciones emocionales, especialmente si los estudios se llevan a cabo con una evaluación libre. Es decir, si la indicación de la emoción percibida ocurre por la respuesta libre del observador o de la persona que la expresa (Sorenson, 1975). El nivel de variabilidad sugiere que las configuraciones faciales son difíciles de comprender correctamente, en referencia a los gestos, símbolos y estereotipos culturales. Al menos, parece que si se analizan los datos en un contexto de espacio-tiempo concreto, se puede obtener la información necesaria para describir el estado emocional de los individuos evaluados (Barrett, 2017; Barrett et al., 2011).

Una observación a tener en cuenta en el momento de evaluar las emociones, es que los individuos parecen no reconocer las emociones como entidades aisladas. La percepción emocional es más parecida al espectro de los colores. Las emociones parecen no atender a los límites discretos para diferenciar un color de otro, es decir, no existe una línea entre ellas (Russell & Fehr, 1994).

Raramente las personas describen una emoción positiva sin asociarla a otra. Estas evidencias están de acuerdo con el modelo dimensional y contrastan el paradigma experimental de las emociones básicas. El modelo dimensional enfoca las experiencias afectivas como altamente entrelazadas en un continuum de estados afectivos a menudo ambiguos (Posner et al., 2005). Por esto, puede resultar indicativo el estudio del flujo emocional, es decir, cómo las emociones varían en un determinado intervalo de tiempo, y también la relación entre los distintos flujos que ocurren en el mismo intervalo temporal.

Sería así más adecuado el análisis de las emociones positivas, probadas durante una actividad exitosa mientras el individuo está enganchado y enfocando su atención sobre una actividad y no sobre el resultado. Esto puede llevarnos a detectar el flujo emocional concreto, indicado simplemente como «flow» (flujo) por Csikszentmihalyi (1998). Para conseguir esto, una persona tiene que ser capaz de anticipar la globalidad de los detalles de un evento, que para él tiene un valor positivo y relevante. Esto significa haber sabido recordar aquellas experiencias anteriores que han permitido prever y preparar las respuestas adecuadas. Por lo tanto, para lograr un estado electivo de control, es necesario haber tenido éxito previamente en la adquisición de las experiencias correctas y, posteriormente, haberlas propuestas oportunamente en los tiempos oportunos. Obviamente es muy difícil y complicado lograr esta perfección del «flow», la casi totalidad de las experiencias de aprendizaje no logra obtenerla. Se necesita un alto grado de regulación emotiva a lo largo de un tiempo significativo, donde actitudes como compromiso, dedicación, ahínco, motivación, resiliencia son factores determinantes (Duckworth, 2013).

3. Material y métodos

En relación con este marco teórico, se propuso una actividad por indagación a 66 estudiantes (43 mujeres y 23 hombres) de Magisterio de la Facultad de Educación-CFP de la Universidad Complutense de Madrid. Se diseñó un procedimiento para analizar la variación de las emociones mostradas durante las distintas fases de este proceso de indagación del contenido de una caja. En concreto, con el intento de observar una dinámica afectiva de las emociones epistémicas (D'Mello & Graesser, 2012) relacionadas con el cambio conceptual, en un proceso de generación cognitiva de conocimiento por indagación.

Los participantes no podían abrir la caja ni romperla; es decir, debían hacer uso, solo de sus conocimientos científico-técnicos, como observar, emitir y comprobar hipótesis, sacar conclusiones, etc. La caja era de cartón con unas dimensiones de 30x20x25 centímetros. En su interior contenía: una canica de 1 centímetro de diámetro, un dado de madera de 2 centímetros de lado, una esfera de acero de 2 centímetros de diámetro, tres monedas de 5 céntimos, y dos monedas de 50 céntimos. Todos estos elementos se movían libremente en su interior.

Antes de empezar la actividad se explicó el procedimiento a los participantes. Además, durante una formación de dos horas, se explicó a los observadores cómo debían recoger las emociones que sus compañeros mostraban durante la experiencia. Concretamente, se ilustraron las dificultades de estimar de forma confiable y específica las emociones observadas en otras personas, se dieron indicaciones para tener un patrón homogéneo de evaluación, se consideraron las emociones incluidas en un listado previamente determinado, y se hizo hincapié en las fases del proceso, simulando situaciones posibles. Además se explicó el significado de la activación en un contexto de este tipo, relacionándola con el nivel de excitación emocional y diferenciándola de la valencia.

Los estudiantes se dividieron en 13 grupos. Cada grupo estaba constituido por dos subgrupos de dos observadores y tres observados. Todos los grupos tenían una caja de igual forma y contenido. Durante el proceso de indagación cada subgrupo de observados tenía que averiguar el contenido de la caja. Mientras,

un observador anotaba, directamente en un formulario preestablecido, las observaciones del otro observador del subgrupo. Se tomó nota, según los puntos del formulario, durante cada momento de las acciones ejecutadas y de las emociones expresadas por los tres observados, por un total de diez momentos de la actividad. Para el formulario se utilizó un enlace a docs.google.com y los datos se recogieron mediante su propio móvil. El formulario se envió previamente a la dirección de correo electrónico de cada participante. Los observadores tenían que anotar en el formulario en los momentos y avisados por un sonido cada dos minutos: (1) el tipo de acción ejecutada; (2) la fase del método científico (Observación, Planteamiento del problema, Emisión de hipótesis, Comprobación experimental, Conclusiones); (3) la emoción mostrada por parte del observado (Sorpresa, Satisfacción, Curiosidad, Tranquilidad, Entusiasmo, Frustración, Confusión, Incertidumbre, Aburrimiento, Tristeza); y (4) el estado de activación (alto, medio, bajo). Al término de la actividad cada grupo de observadores tenía que enviar el formulario. De esta forma ha sido posible recoger los datos completos directamente en formato Excel.

4. Análisis y resultados

El análisis de los resultados se centró en las frecuencias de las emociones, las fases del método científico, los tiempos de ejecución y el estado de activación mostrado. En el caso de las emociones, al inicio se observó un alto nivel de curiosidad y, en seguida, un incremento en la incertidumbre y la confusión, que se mantuvo durante todo el tiempo de la actividad. Luego encontramos brevemente: entusiasmo y sorpresa, mientras la frustración, después de los primeros tiempos, se mantuvo con una frecuencia alta. Al final se nota una alta frecuencia de aburrimiento, que en parte es presente, también, en los tiempos centrales. Las emociones con la frecuencia total más alta son la confusión y la frustración (Figura 2). La tabla 1 muestra las emociones totales observadas a lo largo de toda la actividad.

Tabla 1

Variación de la frecuencia de las emociones en función del tiempo (donde T es tiempo)

FRECUENCIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Sorpresa	1	0	0	2	2	1	0	0	0	0
Curiosidad	8	3	1	1	0	0	0	1	3	0
Entusiasmo	1	1	1	4	0	1	0	2	1	1
Satisfacción	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1
Tranquilidad	0	0	1	0	2	0	4	1	0	1
Confusión	1	5	5	2	1	2	2	2	3	1
Frustración	0	0	2	2	4	4	3	5	3	4
Incertidumbre	2	3	3	0	2	3	2	1	1	1
Tristeza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aburrimiento	0	0	0	2	1	2	1	0	1	4

Figura 2
Frecuencia en el tiempo de las emociones expresadas

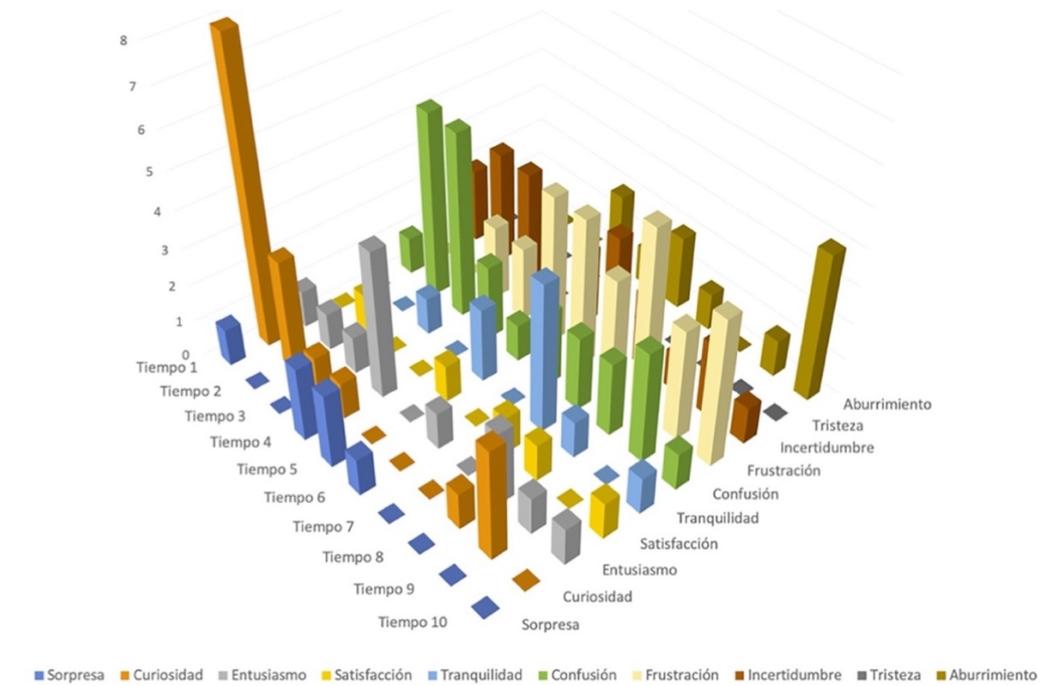


Figura 3
Frecuencia en el tiempo de las fases del método científico

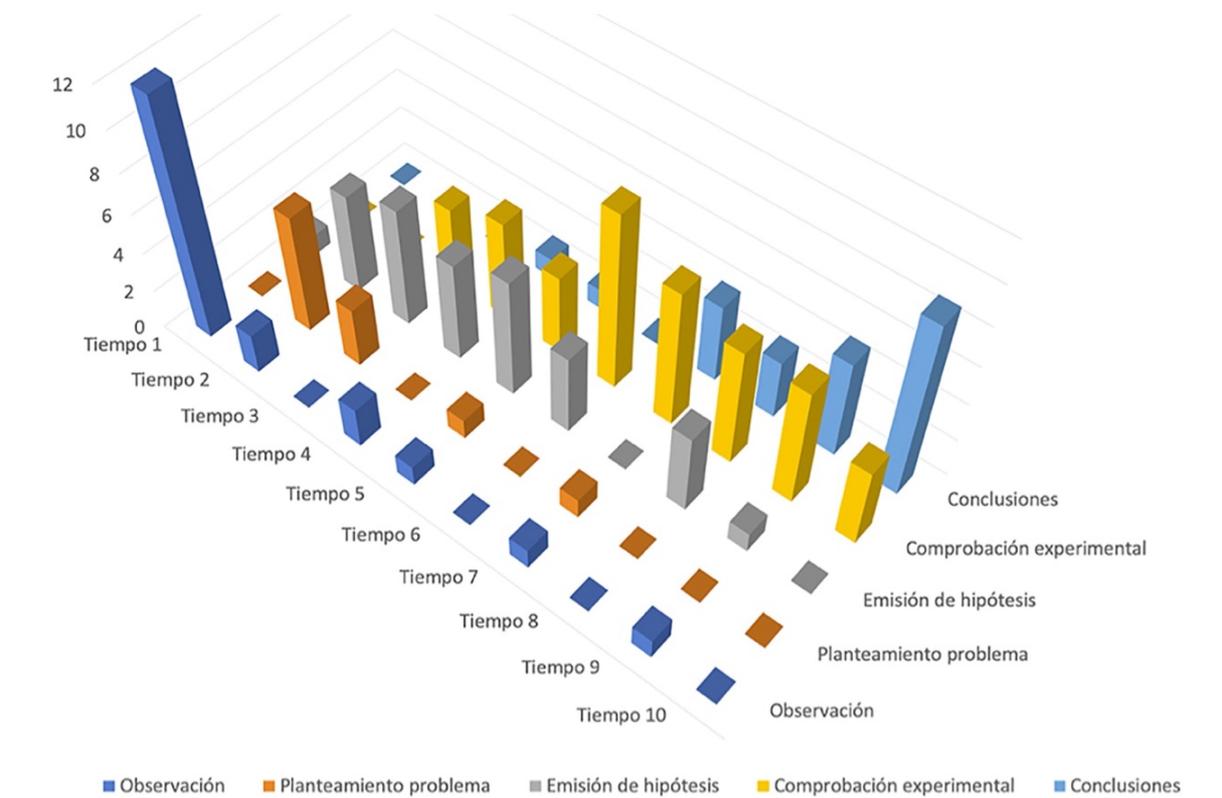
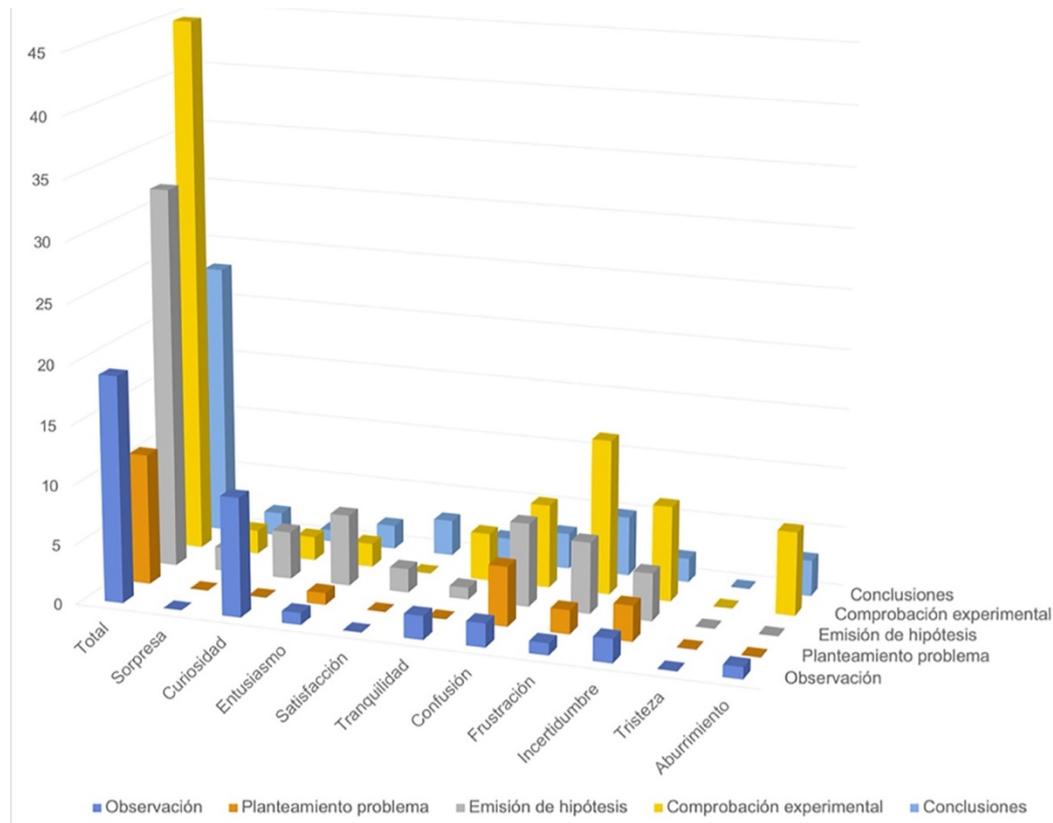
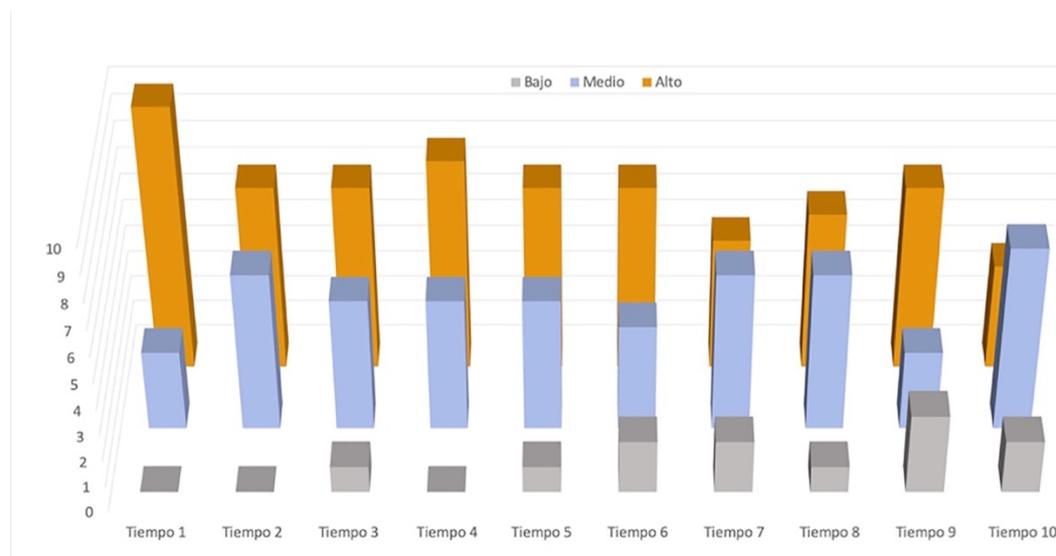


Figura 4
Fases del Método Científico y Emociones



Las figuras 3 y 4 se refieren a las fases del método científico. La representación gráfica de la Figura 3 muestra la tendencia de cómo cambian las fases a lo largo del tiempo; al inicio la Observación es la más frecuente para todos, después encontramos: Planteamiento de problemas, Emisión de hipótesis, Comprobación experimental y al final Conclusiones. La evaluación de las fases del método científico relacionadas con las emociones (Figura 4) muestra que la Comprobación experimental es la fase más frecuente, y que esta implica mayormente frustración, aburrimiento, confusión e incertidumbre. La segunda más habitual es la Emisión de hipótesis, que se relaciona mayormente con frustración, entusiasmo, y confusión. Estas emociones son todas activadoras, con la excepción del aburrimiento, y negativas con la excepción del entusiasmo.

Figura 5*Frecuencia de los niveles de Activación*

El estado de activación del formulario se refiere al nivel de excitación de la emoción. El nivel de activación anotado por los observadores muestra una mayor frecuencia del nivel más alto, que se mantiene hasta al final, con la inversión de preponderancia sólo al final, respecto al valor medio. El nivel bajo ha sido muy poco estimado (Figura 5).

5. Discusión y conclusiones

Este estudio parece indicar la importancia de las emociones activadoras, positivas y negativas, para la motivación y la consecución de resultados en una actividad de aprendizaje.

Las emociones con la frecuencia más alta han sido la frustración y la confusión. Estos datos parecen coherentes con lo indicado por D'Mello y Graesser (2012) sobre la importancia de estas emociones en una actividad de este tipo. Nosotros, además, hemos encontrado que cada una de estas emociones presenta un perfil diferente. La confusión muestra frecuencias más altas al inicio y después baja a valores intermedios. La frustración es baja inicialmente para subir luego y mantenerse alta hasta el final de la actividad.

Estos resultados parecen confirmar la relevancia de investigar las emociones específicas que se dan en los procesos de aprendizaje (D'Mello, 2013; Graesser, 2019; Loderer et al., 2019), más que las emociones básicas, como la tristeza o la ira (Adolphs, 2017; Matsumoto & Ekman, 2009) que no suelen darse en nuestro entorno educativo. En efecto, la frecuencia total de emociones como confusión, frustración, y también, incertidumbre, curiosidad, aburrimiento y entusiasmo ha sido más alta que sorpresa y tristeza. En concreto, esta última no ha sido observada en ningún momento de la actividad.

El cambio desde las emociones positivas a mayormente negativas posiblemente está relacionado con la dificultad de no poder conocer el contenido de la caja hasta el final de la práctica. Esta explicación sobre el origen de las emociones negativas se basa en el nivel relativamente alto de la incertidumbre observada a lo largo de la actividad, dato posiblemente vinculado con el desconocimiento del alumnado de la respuesta “correcta”. El cambio de la frecuencia de las emociones durante esta actividad, muestra un flujo emocional coherente con un trabajo de este tipo, que presenta un amplio conjunto de tareas diferentes. Esto, también es congruente con la alta activación, posiblemente debida a las sucesivas estimulaciones al cambiar de tarea (de hipótesis a comprobación y, otra vez, a observación, y así sucesivamente...). Esto parece confirmar que el nivel de activación, con efectos positivos o negativos, dependen de la capacidad de control de las emociones y del valor atribuido a las tareas que proponen los participantes (Pekrun, Lichtenfeld, et al., 2017).

De las diez emociones evaluadas, la tristeza no ha sido estimada en ningún momento, esto nos hace considerarla como poco apropiada en una actividad de aprendizaje de este tipo. Algo que nos hace pensar que en posteriores estudios debemos cambiarla con otra emoción negativa desactivadora, como la preocupación.

Este trabajo tiene como limitaciones el bajo número de participantes y una capacidad incierta de los observadores para estimar de forma altamente fiable las emociones expresadas de los estudiantes observados. Esto parece confirmar que no es tan sencilla la detección de las emociones y que debemos formar al profesorado en el correcto reconocimiento de las emociones de su alumnado. Pero, además, debemos prestar atención a la necesidad de conocer y gestionar las emociones que los propios estudiantes perciben en los procesos educativos. Algo esencial para facilitar la regulación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este estudio preliminar reafirma la pertinencia de la investigación sobre cómo las emociones intervienen en el proceso de enseñanza-aprendizaje, algo que nos anima a realizar ulteriores estudios. Para alcanzar este objetivo, estamos preparando la utilización de sistemas informáticos automáticos que permiten estimar, mediante las expresiones faciales y la conductividad de la piel, las emociones expresadas en situaciones complejas de aprendizaje de forma fiable, específica, general y válida.

Referencias

- Adolphs, R. (2017). How should neuroscience study emotions? By distinguishing emotion states, concepts, and experiences. *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 12(1), 24–31. <https://doi.org/10.1093/scan/nsw153>
- Artino, A. R., Holmboe, E. S. & Durning, S. J. (2012). Control-value theory: Using achievement emotions to improve understanding of motivation, learning, and performance in medical education: AMEE Guide No. 64. *Medical Teacher*, 34(3), e148–e160. <https://doi.org/10.3109/0142159x.2012.651515>
- Barrett, L. F. (2006). Are Emotions Natural Kinds? *Perspectives on Psychological Science*, 1(1), 28–58. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6916.2006.00003.x>
- Barrett, L. F. (2016). Navigating the Science of Emotion. In H. Meiselman (Ed.), *Emotion Measurement*, 2 (pp. 31–63). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100508-8.00002-3>
- Barrett, L. F. (2017). The theory of constructed emotion: an active inference account of interoception and categorization. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(1), 1–23, <https://doi.org/10.1093/scan/nsw154>
- Barrett, L. F., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A. M. & Pollak, S. D. (2019). Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion From Human Facial Movements. *Psychological Science in the Public Interest*, 20(1), 1–68. <https://doi.org/10.1177/1529100619832930>
- Barrett, L. F., Mesquita, B. & Gendron, M. (2011). Context in Emotion Perception. *Current Directions in Psychological Science*, 20(5), 286–290. <https://doi.org/10.1177/0963721411422522>
- Barrett, L. F. & Russell, J. A. (1999). Structure of current affect: Controversies and Emerging Consensus. *Current Directions in Psychological Science*, 8, 10–14. <https://doi.org/10.1111/1467-8721.00003>
- Bisquerra R. (2009). *Psicopedagogía de las emociones*. Editorial Síntesis.
- Borrachero, A. B. (2015). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación secundaria* [Tesis doctoral, Universidad de Extremadura]. <http://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1823>
- Borrachero, A. B., Dávila, M. A. y Airado, D. (2017). La influencia de las emociones en la elección de carreras universitarias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 2(1), 125. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v2.925>
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C. & Mellado, V. (2013). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 299–311. <http://hdl.handle.net/10553/72673>
- Brígido, M., Bermejo, M. L., Conde, M. C. & Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12). Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED514884>
- Costillo, E., Borrachero, A. B., Brígido, M. y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 10(extra), 514–532. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.03
- Csikszentmihalyi, M. (1998). *Finding Flow: The Psychology of Engagement with Everyday Life*. Basic Books.
- D'Mello, S. (2013). A selective meta-analysis on the relative incidence of discrete affective states during learning with technology. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1082–1099. <https://doi.org/10.1037/a0032674>
- D'Mello, S., & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, 22(2), 145–157. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>

- D'Mello, S., Kappas, A. & Gratch, J. (2018). The Affective Computing Approach to Affect Measurement. *Emotion Review*, 10(2), 174–183. <https://doi.org/10.1177/1754073917696583>
- D'Mello, S., Lehman, B., Pekrun, R. & Graesser, A. (2014). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, 29, 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.003>
- Dávila, M. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., Martínez, M. G. y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(3), 550–564. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.12
- Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez, J. y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27(3), 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001>
- Duckworth, A. (2013). The Significance of Grit: A Conversation with Angela Lee Duckworth. *Resilience and Learning*, 71(1), 14–20.
- Ekman, P. (1972). Universals and Cultural Differences in Facial Expressions of Emotions. J. Cole, (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation*, 19, 207–282.
- Ekman, P. & Friesen, W. V. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124–129. <https://doi.org/10.1037/h0030377>
- Ekman, P., Sorenson, E. R. & Friesen, W. V. (1969). Pan-Cultural Elements in Facial Displays of Emotion. *Science*, 164(3875), 86–88. <https://doi.org/10.1126/science.164.3875.86>
- Engelmann, K. & Bannert, M. (2019). Analyzing temporal data for understanding the learning process induced by metacognitive prompts. *Learning and Instruction*, 101205. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.002>
- Ezquerro, A. & Ezquerro-Romano, I. (2018). From Thermosensation to the Concepts of Heat and Temperature: A Possible Neuroscientific Component. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12). <https://doi.org/10.29333/ejmste/97198>
- Fiedler, K. & Beier, S. (2014). Affect and Cognitive Processes in Educational Contexts. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 36–55). Routledge/Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203148211.ch3>
- Frenzel, A. C. (2014). Teacher emotions. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Eds.), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 494–519). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203148211>
- Guedes, S. & Mutti, C. (2010). Affections in learning situations: a study of an entrepreneurship skills development course. *Journal of Workplace Learning*, 23(3), 195–208. <https://doi.org/10.1108/13665621111117224>
- Graesser, A. C. (2019). Emotions are the experiential glue of learning environments in the 21st century. *Learning and Instruction*, 2019:101212. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.05.009>
- Haber-Schaim, U. y otros. (1979). *Curso de introducción a las ciencias físicas*. Reverté.
- Hargreaves, A. (1996). *Profesorado, cultura y modernidad*. Morata.
- Harley, J.M., Lajoie, S.P., Frasson, C. & Hall, N.C. (2016). Developing Emotion-Aware, Advanced Learning Technologies: A Taxonomy of Approaches and Features. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 27, 268–297. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0126-8>
- Hoemann, K., Crittenden, A. N., Msafiri, S., Liu, Q., Li, C., Roberson, D., Ruark, G. A., Gendron, M. & Barrett, L.F. (2019). Context facilitates performance on a classic cross-cultural emotion perception task. *Emotion*, 19(7), 1292–1313. <https://doi.org/10.1037/emo0000501>
- Lehman, B., D'Mello, S. & Graesser, A. (2012). Confusion and complex learning during interactions with computer learning environments. *The Internet and Higher Education*, 15(3), 184–194. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.01.002>
- Loderer, K., Pekrun, R. & Jan L. Plass J.L. (2019). Emotional Foundations of Game-Based Learning. In J.L. Plass, E. Richard, R.E. Mayer & B.D. Homer (Ed.), *The Handbook of Game-based Learning* (pp. 111–151). MIT Press.
- Matsumoto, D. & Ekman, P. (2009). Basic emotions. In D. Sander & K. R. Scherer (Eds.), *The Oxford companion to emotion and the affective sciences* (pp. 69–73). Oxford University Press.
- Mellado, V., Blanco, L.J., Borrachero, A. B. y Cárdenas, J.A. (2012). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas (Vol. I y II)*. Grupo DEPROFE.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sanchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R. y Bermejo, M.L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3). <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>

- Meyer, D.K. & Turner, J.C. (2002). Discovering Emotion in Classroom Motivation Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 107–114. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3702_5
- Paoloni, P. V., Vaja, A. B. & Muñoz, V. L. (2014). Reliability and Validity of the Achievement Emotions Questionnaire. A Study of Argentinean University Students. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 12(34). <http://doi.org/10.14204/ejrep.34.14088>
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- Pekrun, R. (2017). Emotion and Achievement During Adolescence. *Child Development Perspectives*, 11(3), 215–221. <https://doi.org/10.1111/cdep.12237>
- Pekrun, R., & Linnenbrink-Garcia, L. (2014). *International Handbook of Emotions in Education*. Taylor & Francis. <https://doi.org/10.4324/9780203148211>
- Pekrun, R., Cusack, A., Murayama, K., Elliot, A. J. & Thomas, K. (2014). The power of anticipated feedback: Effects on students' achievement goals and achievement emotions. *Learning and Instruction*, 29, 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.09.002>
- Pekrun, R., Frenzel, A., Goetz, T. & Perry, R. (2007). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: An Integrative Approach to Emotions in Education. In P. Schutz, & R. Pekrun (Eds.), *Emotion in Education* (pp. 13-36). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012372545-5/50003-4>
- Pekrun, R., Goetz, T., Titz, W. & Perry, R. P. (2002). Academic Emotions in Students' Self-Regulated Learning and Achievement: A Program of Qualitative and Quantitative Research. *Educational Psychologist*, 37(2), 91–105. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3702_4
- Pekrun, R., Lichtenfeld, S., Marsh, H. W., Murayama, K. & Goetz, T. (2017). Achievement emotions and academic performance: Longitudinal models of reciprocal effects. *Child development*, 88(5), 1653-1670.
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2017). Measuring emotions during epistemic activities: The Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition & Emotion*, 31(6), 1268–1276. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1204989>
- Pintrich, P. R., Marx, R.W. & Boyle, R. B. (1993). Beyond cold conceptual change: The role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63, 167–199. <https://doi.org/10.3102/00346543063002167>
- Posner, J., Russell, J. A. & Peterson, B. S. (2005). The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Development and Psychopathology*, 17(03). <https://doi.org/10.1017/s0954579405050340>
- Rebollo-Catalán, M. Á. y Hornillo, I. (2010). Perspectiva emocional en la construcción de la identidad en contextos educativos: discursos y conflictos emocionales. *Revista de Educación*, 353, 235-263.
- Rebollo-Catalán, M. Á., García-Pérez, R., Buzón-García, O. y Vega-Caro, L. (2014). Las emociones en el aprendizaje universitario apoyado en entornos virtuales: diferencias según actividad de aprendizaje y motivación del alumnado. *Revista Complutense de Educación*, 25(1). https://doi.org/10.5209/rev_rced.2014.v25.n1.41058
- Restrepo, G. (2009). Contextos afectivos y cognitivos en los procesos de aprendizaje. *Revista Complutense de Educación*, 20(1), 195–204. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2014.v25.n1.41058
- Retana, D. A., De las Heras, M. A., Vázquez-Bernal, B. y Jiménez-Pérez, R. (2019). ¿Cómo cambian las emociones en docentes en formación inicial hacia la asignatura Didáctica de Ciencias de la Naturaleza I con un proyecto de indagación de aula? Ápice. *Revista de Educación Científica*, 3(2), 55–69. <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.2.4629>
- Rodrigo-Ruiz, D. (2016). Effect of Teachers' Emotions on Their Students: Some Evidence. *Journal of Education & Social Policy*, 3(4), 73-79.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178. <https://doi.org/10.1037/h0077714>
- Russell, J.A & Fehr, B. (1994). Fuzzy concepts in a fuzzy hierarchy: Varieties of anger. *Journal of Personality and Social Psychology*, 67, 186–205. [PubMed: 7932061]
- Schutz, P. A. & Pekrun, R. (2007). *Emotion in Education*. Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-012372545-5/50002-2>
- Solís-Espallargas, C., Escriva, I. y Rivero A. (2015). Una experiencia de aprendizaje por investigación con cajas negras en formación inicial de maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12(1), 167-177
- Sorenson, J.A. (1975). *Deadtime characteristics of Anger cameras*. J Nucl Med.
- TenHouten, W. D. (2007). *A General Theory of Emotions and Social Life*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203013441>

- Wang, L., Pan, H. & Zhang H. (2020). The effect of emotional intensity of shame on children's prosocial behavior. *European Journal of Developmental Psychology*, 17(2), 263-274, <https://doi.org/10.1080/17405629.2019.1573666>
- Watson, D., Clark, L. A. & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.54.6.1063>