

Emociones en educación en física: Una revisión sistemática de un campo emergente

Raúl Eduardo Moreno Peña

Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, remorenop@upn.edu.co

Resumen: El objetivo es conocer el estado actual y las tendencias de la producción científica sobre las emociones en educación en física por medio de una revisión sistemática. Se propone un doble enfoque de aproximación, de una parte, cuantitativo ya que se realizan análisis estadísticos y cálculos comparativos con programas especializados y, por otra, cualitativo ya que la interpretación y clasificación de los datos obedece al contexto y experiencia del investigador. Los resultados arrojan una tendencia creciente de estudios que vinculan el dominio afectivo y la educación en física en la formación inicial de profesores de ciencias. Próximas investigaciones deben integrar contenidos científicos con aspectos sociales, emocionales y trascendentes. Asimismo, estudiar las capacidades, la autorregulación y la autoeficacia de los futuros docentes para actuar en contextos educativos específicos y abordar temas que generan conflicto como el cambio climático y la sostenibilidad ambiental.

Palabras clave: emociones, educación en física, regulación emocional.

Title: Emotions in physics education: A systematic review of an emerging field.

Abstract: The objective is to understand the current state of scientific production on emotions in physics education through a systematic review. A dual approach is proposed, quantitative, since statistical analyses and comparative calculations are performed using specialized software, and qualitative, since the interpretation and classification of data depend on the researcher's context and experience. The results show a growing trend of studies linking the affective domain and physics education on initial training of science teachers. Future research should integrate scientific content with social, emotional, and transcendent aspects. Moreover, it aims to study the capacities, self-regulation, and self-efficacy of future teachers to operate in specific educational contexts and address issues that generate conflict such as climate change and environmental sustainability.

Keywords: emotions, physics education, emotional regulation.

Introducción

En la investigación en didáctica de las ciencias ha prevalecido el estudio de factores cognitivos en la búsqueda de explicaciones racionales a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde enfoques predominantemente positivistas, descuidando los factores sociales o culturales y excluyendo la dimensión afectiva y emocional (Manassero,

2012; Mellado y otros, 2014). En este contexto, la emergencia y el crecimiento en la investigación sobre las emociones en educación busca superar las visiones dualistas que plantean la división entre emoción y razón. Una evidencia de esto es el aumento de publicaciones alrededor del dominio afectivo en los últimos veinticinco años, con especial fuerza en la última década, abriéndose paso en congresos y revistas de didáctica de las ciencias (Romero y otros, 2021).

La labor docente, además de desarrollarse en un entorno dinámico y relativamente mal estructurado (Clough y otros, 2009) esta situada en el terreno emocional. Estudiantes y profesores experimentan emociones que son omnipresentes en la dinámica del aula. Los maestros en medio de las condiciones cambiantes e impredecibles del proceso de enseñanza deben tomar decisiones no triviales que van más allá de resolver situaciones de aula.

Además del saber disciplinar de su propia asignatura y los aspectos pedagógicos para su enseñanza, el trabajo docente involucra las creencias y las habilidades socioemocionales para lidiar con la incertidumbre de la dinámica escolar. Existe la necesidad de llevar a cabo procesos investigativos en los que se comprenda el aprendizaje de la ciencia como un proceso sociocultural en el que convergen procesos lingüísticos, culturales y emocionales, más aún, se sostiene que, fundamentalmente, el aprendizaje de la ciencia es un proceso tanto emocional como intelectual (Abell y Lederman, 2014). Sin embargo, explorar la relación entre emoción y cognición ha sido difícil debido a la fuerte interconexión de ambas y la dificultad de separarlas (Costillo y otros, 2012).

Al ser un campo relativamente reciente, los estudios sobre la dimensión emocional en Física son escasos. El aumento de las investigaciones que han explorado el papel de las emociones en la educación en ciencias, la heterogeneidad y la dispersión de los resultados han dificultado una visión integrada del campo. Como aporte a la configuración de un campo emergente, el objetivo del trabajo es conocer el estado actual y las tendencias de la producción científica sobre las emociones en educación en ciencias naturales y Física por medio de una revisión sistemática.

Dada la naturaleza de una revisión sistemática, este estudio no propone una hipótesis, si no que se centra en sintetizar la evidencia disponible, reconocer y caracterizar los avances y, explorar perspectivas e identificar tendencias de investigación que proporcionen una base sólida para futuros estudios en el campo de discusión. El trabajo fue orientado por la pregunta ¿Qué tendencias emergen en las investigaciones que involucran las emociones en el contexto de la educación en ciencias naturales, especialmente la Física, en los últimos 25 años? Se tuvieron en cuenta los resúmenes de artículos de científicos registrados en las bases de datos SCOPUS y Web of Science (WOS) en el periodo comprendido entre 2000 y 2025. La elección del límite inferior de la ventana temporal coincide con el año de publicación del Handbook of Self-Regulation, libro en el que Boekaerts, Pintrich y Zeidner advierten sobre la importancia de realizar investigaciones en el área de las emociones en la educación.

Sobre la investigación en educación en ciencias

Las preocupaciones investigativas en relación con la educación en ciencias son agrupadas por Lederman y Zeidler (2023) en el Handbook of Research on Science Education III, en seis grandes grupos: Teoría y métodos de investigación en educación en ciencias, aprendizaje de las ciencias, diversidad y equidad en el aprendizaje de las ciencias, enseñanza de las ciencias, plan de estudios y evaluación en ciencias, y formación de profesores de ciencias. Estas líneas proveen un marco de referencia para la investigación en educación en ciencias, señalando los resultados de investigaciones, las direcciones futuras del campo de estudio, las fortalezas, las debilidades y algunos vacíos en la literatura.

No obstante, ninguno de los tres Handbooks of Research in Science Education (2007, 2014 y 2023) dedican secciones específicas a las emociones, parcialmente son tratadas relacionándolas con las actitudes. De forma paralela, se han venido consolidando como campo emergente la investigación educativa de las emociones que abordan, entre otras temáticas, las prácticas de aula de los maestros (Pekrun y Linnenbrink, 2014). Al respecto, los investigadores han reconocido que el aula de clases es un lugar emocional, y han señalado que tanto estudiantes como docentes experimentan emociones que son omnipresentes en el aula, pero ha sido difícil explorar la relación entre emoción y los procesos de cognición, por la fuerte interconexión de ambas y la dificultad de separarlas (Costillo y otros, 2012; Damasio, 2005, p. 208; Vásquez, 2012, p. 245).

Los estudios que han contemplado las emociones en educación en ciencias son incipientes y, entre la amplia gama de oportunidades investigativas de un campo reciente, se necesitan aportes que involucren comunidades de formación inicial de profesores "donde las emociones se constituyan en objeto de práctica reflexiva, promoviendo un diálogo de saberes y experiencias, en particular, en el campo de la docencia de la Física" (Romero, 2022, p. 267).

Marco teórico y conceptual de la investigación

El marco conceptual que orienta este trabajo se centra en la discusión de la investigación de las emociones en el contexto de la educación en ciencias naturales en el campo de la Física.

Las emociones en educación

Tradicionalmente, las investigaciones en educación (con algunas excepciones) se han preocupado por comprender las formas en las que los estudiantes pueden alcanzar satisfactoriamente los logros cognitivos, dejando de lado que el ser humano constantemente experimenta emociones que pueden ser mediadoras, filtros u obstáculos para la interacción en el aula. Sin embargo, los estudios sobre las emociones son cada vez más frecuentes y, en consecuencia, ha crecido su relevancia educativa. Como parte del estudio del mejoramiento de los procesos al interior del aula, compartimos con Pekrun y Linnenbrink (2014), que las emociones son de importancia crítica para el aprendizaje de los estudiantes, las trayectorias de desarrollo y la salud psicológica, así como para la instrucción en el aula de los profesores y su profesionalización. La investigación de las emociones en educación reconoce su influencia en los aprendizajes, estilos de vida y

proyectos profesionales de los sujetos y, con ello, apunta a la mejora de la calidad educativa de las instituciones del mundo (Bisquerra y Pérez, 2007, p.3).

Las emociones que se experimentan en el entorno educativo son fundamentales para el rendimiento académico y el crecimiento personal; estudiantes y profesores experimentan todo tipo de emociones: positivas y negativas, múltiples, de alta o baja intensidad y trascendentales. La investigación de las emociones se ha llevado a cabo principalmente desde la psicología, siendo excluidas durante siglos de la Filosofía y, ni que decir, de las ciencias naturales (Manassero, 2012). Aunque desde los años 70 han sido investigadas en disciplinas como la economía, las neurociencias, la antropología y las humanidades, fue solo desde la década de los 2000, cuando Zeidner, Boekaerts, y Pintrich (2000, p. 754), en el *Handbook of Self-Regulation*, llamaron la atención de la necesidad de investigaciones sobre las emociones en educación.

En los años siguientes se ha posibilitado llegar a acuerdos sobre lo que son las emociones y como pueden ser entendidas en el ámbito educativo, más recientemente, se han dado a conocer estudios sobre el campo de las emociones en el contexto de la educación en ciencias naturales (Alsop y Watts, 2003; Bisquerra y Pérez, 2007; Clough y otros, 2009; Costillo y otros, 2012; Dávila y otros, 2015; Deslauriers y otros, 2019; Goetz y otros, 2006; Kleinginna y Kleinginna, 1981; Klusmann y otros, 2016; Manassero, 2012; Mateos-Núñez y otros, 2020; Mellado y otros, 2010; Mellado y otros, 2014; Romero y otros, 2021; Sinatra y otros, 2014; Vásquez, 2012).

Las emociones son episodios de corta duración, multicomponentes, delineados por contextos evolutivos y sociales, que pueden expresarse de varias maneras y que son provocados por eventos focales (Pekrun, 2006). La sensación subjetiva, la respuesta motora, la actividad fisiológica, la valoración cognitiva y la tendencia a la acción son los componentes más aceptados por los investigadores. En el ámbito educativo, los estudios sostienen que las emociones involucran conjuntos de procesos psicológicos coordinados, incluidos los componentes afectivos, cognitivos, fisiológicos, motivacionales y expresivos (Kleinginna y Kleinginna, 1981).

Estas definiciones desde el campo de la psicología, situadas desde un enfoque sistémico y complejo, impiden delimitar de forma precisa lo que es una emoción; no obstante, aun cuando persisten controversias sobre si existen otros componentes, su jerarquía, el orden activación, la manera en que los procesos o componentes interactúan, o si existe algún tipo de relación específica entre estos, se puede afirmar que las emociones en entornos educativos, son delineadas por el desarrollo evolutivo de los sujetos y el contexto sociocultural (Shuman y Scherer, 2014, p.19).

Las emociones en la educación en ciencias

Históricamente se ha considerado que las ciencias son una disciplina desapasionada, en la que predomina la imagen empírica, racional, socialmente neutra y humanamente fría (Sinatra y otros, 2014, p. 415). La idea de una ciencia sin emociones contrasta con una visión más amplia en la que ciencia es una actividad desarrollada por sujetos situados en contextos particulares que evocan emociones que van desde la ira, la

frustración y la ansiedad hasta el disfrute, el asombro y la esperanza. Es de esperar que, en ese mismo sentido, el aula de clases de ciencias sea un lugar en profundamente emocional, el cual las emociones pueden ser potenciadores o barreras de aprendizaje.

Centrados en las emociones de disfrute, ansiedad y aburrimiento, Goetz et al. (2006), demostraron que hay emociones específicas en matemáticas, latín, alemán e inglés, lo cual sugiere, que las emociones deben ser examinadas en cada disciplina, incluida la ciencia. Compartimos una aproximación más compleja de Sinatra, Broughton y Lombardi, que recogen la definición de Pekrun (2006), quién las describe como "procesos multicomponentes y coordinados de subsistemas psicológicos, incluidos los procesos fisiológicos afectivos, cognitivos, motivacionales, expresivos y periféricos" (Pekrun, 2006, p. 316), pero añaden que son mediadoras de la experiencia de aprendizaje científico, y que impactan los procesos cognitivos, la motivación, el compromiso y los resultados de aprendizaje (Sinatra y otros, 2014, p. 416).

La reflexión sobre la relación del dominio afectivo con el cambio conceptual, el desempeño académico, los procesos psicológicos educativos o las prácticas reflexivas en contexto de la formación en ciencias, como núcleo de aprendizaje en ciencias naturales es escasa. Romero y otros, (2024), señalan como principales razones de la falta de investigación la presencia de un sesgo (cartesiano) "que prioriza el enfoque cognitivo en la investigación, la complejidad de las discusiones heredadas de la filosofía positivista y la psicología en torno a la frontera entre cognición y emoción, y los desafíos y obstáculos metodológicos al momento de investigar el plano emocional", lo cual, se refuerza con la tradicional "imagen arquetípica de la ciencia misma", donde el sentimiento está separado de la razón llegando incluso a ser opuesto la objetividad científica (Alsop y Watts, 2003).

No obstante, aunque faltan reflexiones acerca de las emociones en el campo de la educación en ciencias, los estudios y publicaciones sobre las emociones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, formulados inicialmente desde la línea de las actitudes, son cada vez más frecuentes en congresos y revistas (Mellado y otros, 2014; Romero y otros, 2021; Romero y otros, 2024). En Física, se conocen estudios sobre la dimensión emocional como parte de las competencias profesionales de los profesores y la relación con su capacidad para realizar tareas específicas relacionadas con la enseñanza (Fischer y Kauertz, 2021), el estado emocional del maestro y la influencia en la calidad de la enseñanza (Klusmann y otros, 2016). Así, como las emociones que experimentan los maestros de acuerdo con las asignaturas que deben impartir como la Física o la Química o respecto a temas específicos del plan de estudios (Costillo y otros, 2012; Dávila y otros, 2015). También la relación de las emociones con otras variables como los niveles de autoeficacia, la autorregulación y el rendimiento académico a medida que se avanza en etapas escolares, incluyendo la de formación del profesorado (Costillo y otros, 2012; Mateos-Núñez y otros, 2020), entre otras.

Dado el contexto previamente señalado, la integración del campo científico con el social, propio de la investigación en educación en ciencias puede alumbrar el camino para el abordaje de la dualidad emoción-razón

desde la historia, la filosofía, sociología y psicología de la ciencia, introduciendo en la actividad científica la consideración de otros factores no epistémicos (Vásquez, 2012). Existe, por tanto, una responsabilidad investigativa de los maestros de formación avanzada a nivel posgradual en la comprensión de las emociones en el contexto de la educación en ciencias y su repercusión en los procesos de formación de profesores de ciencias naturales, especialmente de Física. Bajo esta perspectiva, las emociones ya no son incompatibles con la ciencia misma, sino que son parte de esta y, el estudio de las emociones y su papel en la formación de profesores de Física cobra mayor relevancia.

Metodología y pregunta de investigación

Este estudio ha seguido el método de la revisión sistemática propuesto por Newman y Gough (2020). Consiste en una exploración de literatura científica que responde a un interés específico y hace uso de métodos sistemáticos para identificar, seleccionar, y analizar críticamente investigación relevante ya publicada en libros, documentos o revistas especializadas. Visto de ese modo, la revisión del tema en cuestión constituye una investigación de nivel secundario que reúne los hallazgos sustantivos, contribuciones teóricas y metodológicas de investigaciones primarias sobre dicho fenómeno para responder a la pregunta de investigación (Newman y Gough, 2020, p. 4). En particular, se utilizaron métodos sistemáticos de investigación rigurosos, explícitos y responsables coherentes con la metodología propuesta que son presentados en el siguiente diagrama.

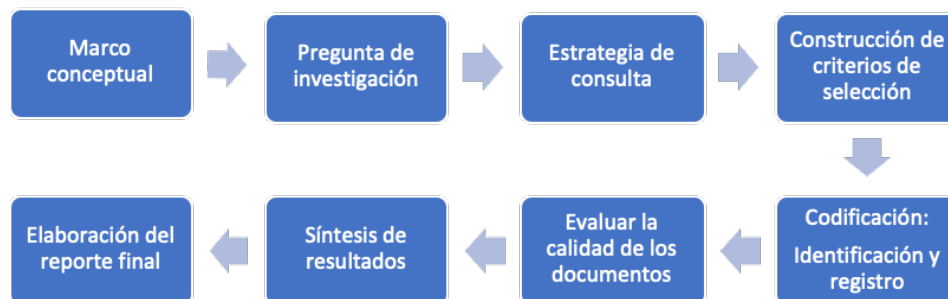


Figura 1 Metodología de revisión sistemática. Fuente: Autor, basado en Newman y otros (2020).

La pregunta de investigación que orientó la revisión fue: ¿Qué tendencias emergen en las investigaciones que involucran las emociones en el contexto de la educación en ciencias naturales, especialmente la Física, en los últimos 25 años? Se consideraron las bases de datos SCOPUS y WOS como fuentes de información para la estrategia de consulta ya que ambas ofrecen acceso a una vasta cantidad de literatura que garantiza la calidad y relevancia de los estudios incluidos, además de características clave como: los procesos editoriales estrictos que incluyen la revisión de doble par ciego, su alto factor de impacto, la facilidad de la difusión de la investigación entre expertos del campo y otras partes interesadas, la cobertura extensa y

multidisciplinaria, las herramientas bibliométricas avanzadas, la actualización periódica y el acceso a recursos complementarios.

La ecuación de búsqueda recoge las palabras clave para identificar los estudios que abordan la pregunta de investigación. Se eligió el código: **Emotion* AND education AND science AND physics**, construido para evitar ambigüedades semánticas de la combinación "education AND physics" que recupera estudios asociados a la educación física como disciplina relacionada con el desarrollo y la actividad corporal. La inclusión del término "science" y la exclusión de "nature" es un filtro contextual que ancla la física en el campo de la educación en ciencias asumiéndola como un subcampo implícitamente vinculado a las ciencias naturales.

Se prefirió el inglés como idioma de búsqueda porque además de incluir las publicaciones en otras lenguas facilitó el análisis bibliométrico. Para la organización y codificación de los 149 registros (Tabla 1), obtenidos en marzo de 2025, se organizó una matriz bibliográfica en una hoja de cálculo de Microsoft Office Excel con columnas que especifican autor, título, revista, tipo de documento, año de publicación, país de publicación, palabras clave, resumen, idioma de publicación y base de datos. Además, para el refinamiento de la información en el proceso de selección de estudios se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión:

- 1) Artículos en el área de educación en ciencias naturales, Física o campos relacionados.
- 2) Producciones académicas con una ventana de tiempo entre los años 2000 y 2025.
- 3) Estudios publicados en revistas de educación en ciencias con indexación.
- 4) El título, el resumen o las palabras clave de la reseña de la investigación debía coincidir con las palabras clave del algoritmo booleano diseñado.

Título, resumen o palabras clave: Emotion* AND education AND science AND physics	Resúmenes
SCOPUS	54
WOS	96
Total	149

Tabla 1 Artículos encontrados en las bases de datos Scopus y WOS con la ecuación **Emotion* AND education AND science AND physics**. Fuente: Autor.

En cuanto al proceso de exclusión de artículos fueron tenidos en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Publicaciones con registro duplicado en las bases de datos.
- 2) Escritos cuya fecha de publicación no pertenece a la ventana de tiempo establecida.
- 3) Comunicaciones que no hacen parte del área de la educación en ciencias, Física o campos relacionados.
- 4) Resúmenes de artículos publicados en revistas que no hacen referencia a las emociones, la educación en ciencias y Física.

Para la identificación de la cantidad de estudios relevantes y la representación de los criterios de selección de los artículos se tuvo en

cuenta la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). En el contexto de esta investigación, PRISMA proporcionó un marco estructurado que guio el proceso de identificación y registro sistemático de datos para organizar la información de manera coherente, garantizando la inclusión de aspectos fundamentales como la identificación de los estudios, la selección de criterios de inclusión y exclusión y la síntesis de resultados (Moher y otros, 2021). Esto, no sólo aportó rigor en la revisión sistemática, sino que también facilitó la elección y posterior análisis de 86 resúmenes de investigaciones sobre las emociones en educación en Física.

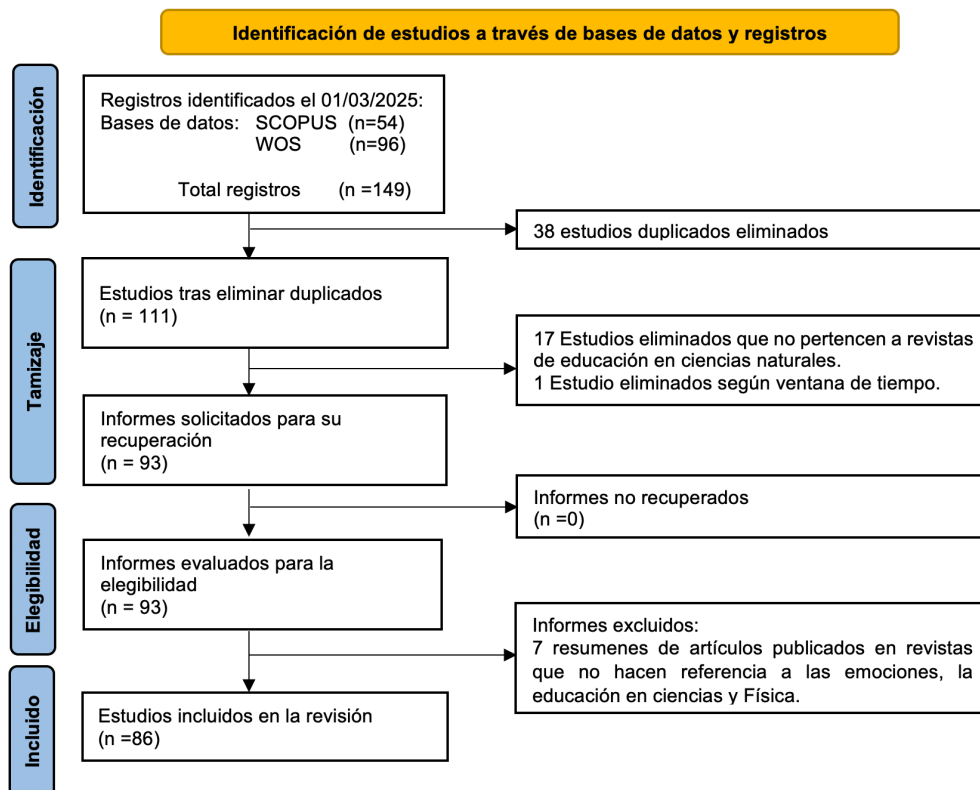


Figura 2. Proceso de selección, exclusión y número de estudios seleccionados en la revisión sistemática sobre emociones, educación en ciencias y Física. Fuente: autor, basado en PRISMA.

Para el tratamiento de la información, se utilizó inicialmente el programa VOSviewer (versión 1.6.20 macOS) como herramienta para crear mapas de datos bibliométricos (de red, de superposición y densidad) basados en la coocurrencia (frecuencia de términos), la cocitación (frecuencia de citas) y la coautoría (frecuencia de autores) de los artículos. En la investigación se aprovechó la red de coocurrencias lexicales y el mapa de densidad. La red ayudó a visualizar y explorar grupos temáticos en halos relacionados con la producción científica sobre las emociones en el contexto de la educación en ciencias naturales, especialmente la Física; por su parte, el mapa de densidad mostró zonas con mayor distribución de palabras basado en la frecuencia de aparición en los conjuntos de texto para el análisis (o *corpus de texto*) de los resúmenes y palabras clave de los artículos.

Posteriormente, se utilizó el programa de libre acceso IRAMUTEQ (versión 0.8 alpha 7-macOS-Mx) que es una interfaz del paquete estadístico R para el análisis multidimensional de textos. IRAMUTEQ, desde el punto del análisis lexical, se ocupó del tratamiento textual y de la generación de análisis y producción de gráficos de estadísticas textuales, nubes de palabras, análisis de especificidades a través de redes neuronales y la Clasificación Jerárquica Descendente (CJD). Así, por un lado, VOSviewer, facilita gráficamente la observación de aspectos de la investigación en los que se puede centrar la atención para identificar relaciones estrechas y asociaciones entre conceptos; mientras que, por el otro, IRAMUTEQ aporta un análisis de texto de mayor profundidad que permite elaborar una clasificación más fina de los resultados de la revisión sistemática.

De este modo, la revisión comparte algunos aspectos de las técnicas de análisis de contenido cuantitativo y cualitativo que revisa y clarifica Abela (2002), ya que las reglas que sustentan el tratamiento de la información recabada en las bases de datos son explícitas (objetivas) y aplicables a todas las unidades de análisis (*corpus textuales* de los títulos, resúmenes y palabras clave de investigación) con el fin de complementar y contrastar los posibles hallazgos de la investigación. El estudio propone un doble enfoque de aproximación, de una parte, cuantitativo ya que realiza análisis estadísticos y cálculos comparativos y, por otra, cualitativo ya que la interpretación y contextualización de los datos depende del investigador quién, finalmente, da sentido a los resultados obtenidos.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la revisión en cuatro secciones: Caracterización de los artículos, análisis de la red de coocurrencia de VOSviewer, mapa de calor de VOSviewer y análisis con el árbol de similitud de IRAMUTEQ.

1) Caracterización de los artículos

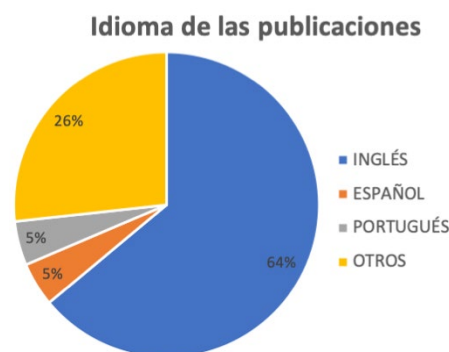


Figura 3 Idioma de publicaciones sobre emociones, educación en ciencias y Física. Fuente: autor.

De acuerdo al procesamiento de la información recabada en las bases de datos, el idioma predominante es el inglés con 55 de las publicaciones equivalente al 64%, seguido del portugués y el español cada uno con 4 artículos que abarcan juntos el 10% (Figura 3), el restante 26% corresponde a 23 publicaciones que referencian otros idiomas. Llama la

atención el alto porcentaje de textos en inglés cuando la producción científica en España es la más alta de todas.

Dada la diversidad de países de origen de las producciones, se hizo conveniente agruparlas por regiones. Para mostrar la diferencia en la cantidad de trabajos por procedencia se presentan en forma descendente de la siguiente forma: Europa, Norteamérica, Asia, Suramérica, África y comunicaciones que no registran país de origen (Figura 4).

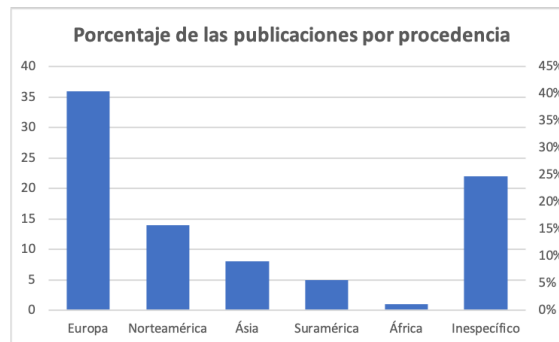


Figura 4 Procedencia de las publicaciones sobre emociones, educación en ciencias y Física. Fuente: autor.

Desglosando las regiones, los países en los cuales se producen la mayoría de las investigaciones son España y Estados Unidos, con 18 y 13 estudios, que equivalen al 21% y 15% correspondientemente. Luego, encontramos a Brasil, Alemania, Italia y Australia, cada uno con 3 artículos que sumados acumulan el 14%. Por otra parte, Colombia acompañada de Finlandia, Suecia y Turquía con 2 artículos cada uno que sumados reúnen el 10%. Del restante 40%, el 15% de los trabajos son de países en que aportan una sola producción: 6 europeos (Austria, Croacia, Francia, Inglaterra, Países Bajos y Suiza), 5 asiáticos (China, Filipinas, Indonesia, Corea del sur y Taiwán), Canadá y Sudáfrica. Finalmente, el 25% corresponde a 22 publicaciones que no reportan país de procedencia en las bases de datos.

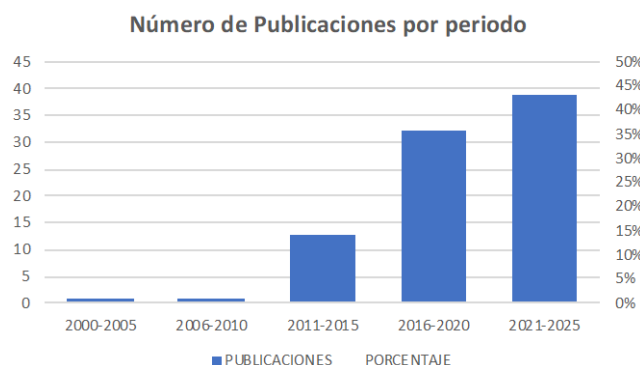


Figura 5 Número de publicaciones sobre emociones, educación en ciencias y Física entre 2020 y 2025. Fuente: autor.

Por su parte, el gráfico de evolución en el tiempo de las producciones (Figura 5) evidencia que los primeros trabajos se originaron en la década de los 2000, con un aumento sustancial de escritos en cada lustro a partir del 2011; en el quinquenio del 2011 aproximadamente el 15%, el del 2016 con

37% y el del 2021 con el 45% de las publicaciones. Es importante resaltar que, durante la última década, la producción científica sobre el campo de las emociones en educación en ciencias, que hace referencia a la Física, acumula el 82% de las producciones, lo cual, es coherente con la consolidación de un campo emergente que, a la vez que provee una fuente prolífica de investigación en educación, demanda mayor profundidad en disciplinas específicas como la Física, la Química o la Geología.

2) Análisis con VOSviewer: Red de coocurrencia

VOSviewer adopta un enfoque basado en la distancia para visualizar redes bibliométricas; la intensidad del vínculo y la proximidad, tanto de las palabras como de los agrupamientos, permitieron delinear los temas de discusión más relevantes de las producciones científicas. El análisis de coocurrencia lexical posibilitó el reconocimiento de cinco grupos de palabras clave que representan los tópicos centrales de las publicaciones.

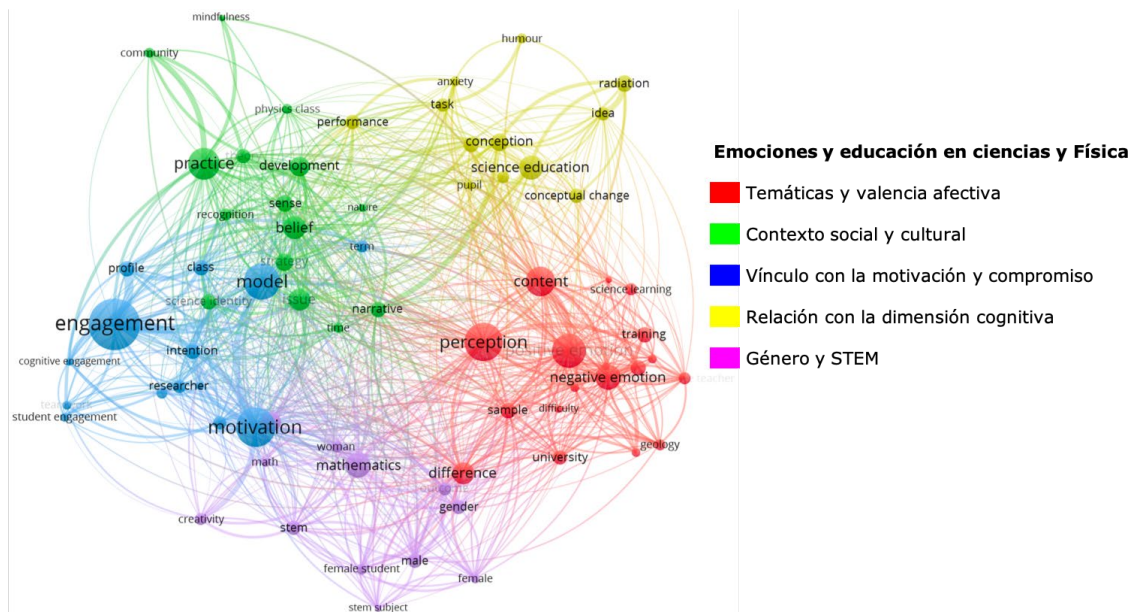


Figura 6 Visualización de temas de investigación en emociones, educación en ciencias y Física. Fuente: autor, basado en VOSviewer.

La figura 6, muestra la frecuencia de términos en el *corpus* textual de los resúmenes de los artículos. El tamaño de la etiqueta y del círculo de un concepto está determinado por su peso en los artículos. Las líneas entre elementos representan los enlaces, la fortaleza y proximidad de estos. Finalmente, el color de un artículo está determinado por el grupo al que pertenece. En cada agrupación se destacan los términos con mayor peso y otros afines en su vecindad, lo que permite visualizar cinco nodos de diferentes colores, correspondientes a temas de investigación para considerar en la discusión:

1) Rojo: se evidencia una fuerte relación entre emociones negativas y positivas, que indica estudios que tratan la valencia de las emociones en el aprendizaje de las ciencias y su relación con las asignaturas, temáticas y contenidos científicos.

de las emociones en la formación y el aprendizaje de las ciencias; la segunda, que gira en torno a las creencias y el sentido de la práctica docente en las clases de ciencias, y la tercera, que recoge elementos de la intención, motivación y retos para el investigador en el campo de las emociones en educación en ciencias. Una cuarta zona, se refiere a la educación en ciencias y las emociones que pueden intervenir en el desarrollo de tareas específicas en los estudiantes.

4) Análisis con IRAMUTEQ: Árbol de similitud

El estudio lexicométrico con IRAMUTEQ incluyó 86 textos, cada uno compuesto por el título, el resumen y las palabras clave del artículo, que fueron compilados en el *corpus textual*. Para el tratamiento se eligió un tamaño de segmento de texto de 260 ocurrencias (palabras) que corresponde al promedio de términos en cada escrito; el programa dividió el *corpus* en 116 segmentos de texto (bloques de análisis). El análisis estadístico textual mostró que surgieron 20372 ocurrencias (palabras o vocabulario), de las cuales 1506 aparecieron solo una vez en todo el *corpus* analizado.

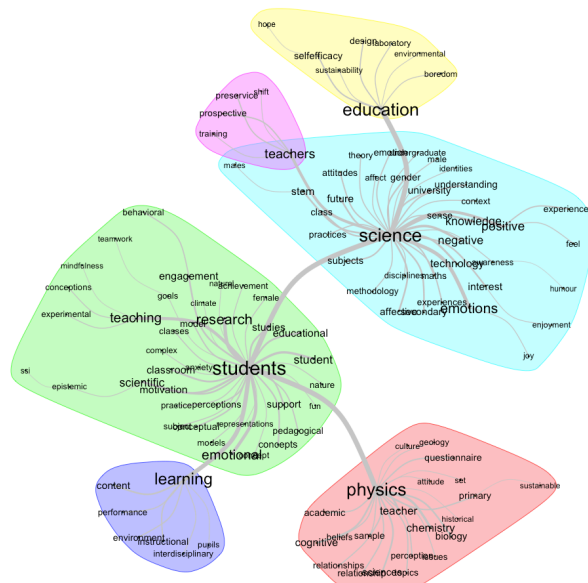


Figura 8 Árbol de similitud de investigaciones en emociones, educación en ciencias y Física. Fuente: autor, basado en IRAMUTEQ.

La figura 7, corresponde al gráfico de similitud, que ilustra las correlaciones existentes entre las formas (palabras más frecuentes). El tamaño de la etiqueta, la longitud y grosor del enlace entre las formas de la red neuronal obtenida dan cuenta de la frecuencia, proximidad y magnitud de la relación. De este modo, el árbol destaca seis halos, cada uno con los siguientes términos centrales: estudiante, aprendizaje, Física, ciencia, educación y profesores. Las agrupaciones se conectan en cinco pares de relaciones sólidas: estudiante-aprendizaje, estudiante-Física, estudiante-ciencia, ciencia-educación y ciencia-profesores. Al interior de cada halo, cada palabra predominante tiene en su periferia conexiones con otras formas destacadas, lo que posibilita establecer similitudes dentro de cada uno de los seis grupos. Verde: estudiantes enlazados con la enseñanza, la

investigación, lo emocional y la motivación. Lila: aprendizaje conectado con el contenido, el ambiente de clase, la interdisciplinariedad y el desempeño. Rojo: Física ligada a otras disciplinas científicas, al profesor y a aspectos del ambiente de la clase. Azul: Ciencia vinculada a emociones positivas y negativas, al futuro, a la educación STEM y a estudios sobre género y aspectos del dominio afectivo. Amarillo: educación en ciencias, educación ambiental, sostenibilidad, autoeficacia y emociones específicas como la esperanza o el aburrimiento. Fucsia: formación inicial de profesores de ciencias naturales.

De la figura 8, existen aspectos que, en el contexto de esta investigación, llaman la atención. Por un lado, no se evidencia conexión entre el halo de las ciencias y la Física; por otro, en el espacio lexical de la Física no se encuentran las emociones; finalmente, aparecen términos semejantes en diferentes agrupaciones como es el caso de la sostenibilidad y lo sustentable que se conecta con las ciencias y con la Física respectivamente, asimismo, las emociones y lo emocional que se relacionan con la ciencia y los estudiantes respectivamente.

Para el análisis de resultados se tuvieron en cuenta las seis líneas de investigación que presentan Lederman y otros, (2023) en el Handbook of Research on Science Education III. Para cada una se seleccionaron los artículos más significativos basados en su pertinencia respecto a la pregunta que orientó la revisión sistemática. Luego, se identificaron las coincidencias del marco teórico y se contrastaron con los temas recurrentes de los resúmenes de cada clase, así como las orientaciones para futuras investigaciones. La clasificación de la red de coocurrencias lexicográficas de VOSviewer y el gráfico de similitud en IRAMUTEQ posibilitó una selección más fina de los artículos (Tabla 2).

Línea de investigación	Registros
1) Aprendizaje de las ciencias	36
2) Enseñanza de las ciencias	13
3) Formación de profesores en ciencias	11
4) Diversidad y equidad en el aprendizaje de las ciencias	10
5) Currículo y evaluación en ciencias	8
6) Teoría y métodos de investigación	8

Tabla 2 Número de publicaciones sobre emociones en educación en ciencias y Física según la línea de investigación. Fuente: Autor

A continuación, se describen los hallazgos en los resúmenes de los artículos clasificados en cada clase de la tabla 2.

1) Aprendizaje de las ciencias

Es la categoría más numerosa de las seis que se presentan, lo cual, indica que gran parte la investigación está centrada en el estudiante y en los procesos de aprendizaje. Las 36 publicaciones clasificadas en esta clase examinan poblaciones en etapas de escolarización que van desde primera infancia hasta formación avanzada a nivel doctoral y recogen reflexiones sobre teorías del aprendizaje, concepciones de los estudiantes, cambio conceptual, identidad, actitudes hacia las ciencias naturales y ambientes de aprendizaje.

Los estudios tratan temas cuyos términos hacen parte de los grupos rojo y amarillo de la red de coocurrencia y el par estudiantes-aprendizaje de la red neuronal. En consonancia con el marco teórico de la presente revisión las investigaciones confirman que las emociones positivas, como la alegría y la curiosidad, están asociadas con un mayor rendimiento académico y una actitud favorable hacia las ciencias (Sinatra y otros, 2014) y, además, que las emociones negativas, como la ansiedad y el miedo, pueden obstaculizar el aprendizaje y generar rechazo hacia ciertas disciplinas, como la Física y la Química (Goetz et al, 2006). También se corrobora que el uso del humor, la gamificación y el aprendizaje basado en proyectos son algunas de las metodologías de enseñanza que pueden contribuir a crear un ambiente de aprendizaje más motivador y estimulante (Deslauriers y otros, 2019).

En esta línea, los investigadores en educación en ciencias pueden, por un lado, orientar sus estudios a reconocer cuales aspectos del diseño de sus clases promueven emociones positivas en el aula de ciencias (Jiménez-Valverde y otros, 2024) y, por el otro, prestar mayor atención a las emociones de los estudiantes durante las transición de la educación primaria a la secundaria para problematizar las posibles causas de la disminución en la frecuencia de emociones positivas y un aumento de las negativas en el proceso como lo han señalado Costillo y otros, (2012) y Mateos-Núñez y otros, (2020).

2) Enseñanza de las ciencias

En esta clase encontramos 13 estudios que abordan las prácticas en la enseñanza de las ciencias, la interdisciplinariedad y el vínculo entre las ciencias y otras disciplinas. Los artículos se refieren a temas cuyos términos hacen parte de las agrupaciones en color verde en la red coocurrencia y el par estudiantes-Física del árbol de similitud y tienen en común la búsqueda de relevancia y autenticidad en la enseñanza, evidente en el uso de actividades que implican diseños de prototipos o que aplican conceptos como el aprendizaje transformador y el pensamiento computacional para abordar problemas contemporáneos como el cambio climático.

La producción en esta línea confirma una investigación creciente sobre las emociones y su impacto en la praxis profesional de docentes de primaria y bachillerato (Dávila y otros, 2015; Gutiérrez-García y otros, 2024, Mellado y otros, 2010; Romero, 2022), lo que sugiere una preocupación por la intersección entre la dimensión emocional de los profesores y la enseñanza efectiva. Sin embargo, existen algunas diferencias significativas en relación con los contextos específicos de estudio; mientras algunos se centran en prácticas docentes innovadoras dentro del aula (Bassachs y otros, 2020), otros se centran en aspectos más amplios como la percepción social del profesorado, el uso de la historia y filosofía de las ciencias o la comprensión de la sostenibilidad ambiental en la búsqueda del equilibrio entre las necesidades humanas y la preservación la vida en el planeta (De Zuani-Cassina y otros, 2023, Gutiérrez-García y otros, 2024), como aspectos que impactan el buen vivir y deben ser tratados desde la enseñanza de las ciencias.

Esta variabilidad ofrece oportunidades para abordar enfoques integradores que consideren no sólo el contenido científico, sino también las

dimensiones emocionales, sociales e históricas en la enseñanza, promoviendo un enfoque holístico que pueda motivar y comprender la ciencia en el contexto de la crisis climática y los problemas socioambientales.

3) Formación de profesores de ciencias

Los 11 estudios clasificados en esta línea de investigación exploran el interés por entender cómo las emociones, las concepciones previas, las metodologías innovadoras y las tecnologías de apoyo impactan la forma en que los maestros abordan y enseñan los conceptos científicos. Los artículos reflexionan sobre cuestiones cuyas formas relevantes son agrupadas en la pareja ciencia-profesores de la red neuronal. La literatura revisada sugiere que el fortalecimiento de la autonomía, la cooperación entre pares y la reflexión crítica en los docentes en ejercicio se potencia hacerse partícipes de su proceso de construcción de conocimiento, mediado por el desarrollo de prácticas científicas que incorporan aspectos epistemológicos y afectivos (Dini y otros, 2021). Además, señalan que las narrativas históricas, los recursos STEM o la autorregulación pueden transformar la comprensión que los futuros docentes tienen sobre su quehacer (Mateos-Núñez y otros, 2020).

De forma general, existen dos enfoques predominantes, algunas investigaciones priorizan aspectos emocionales del aprendizaje y otras se centran en los aspectos cognitivos o metodológicos; más allá de estas perspectivas, la importancia de estos estudios radica en su capacidad para identificar factores motivacionales y emocionales que afectan la formación de futuros maestros de ciencias naturales (Powietrzyńska y Gangji, 2016).

Comprender cómo mejorar la formación de profesores de ciencias tanto en su etapa formativa como en ejercicio, aproximando la dimensión emocional y cognitiva en la práctica, en el marco de una educación científica adaptada al contexto global actual que plantea futuros escenarios de crisis e incertidumbre, potencializa la alfabetización científica, consolida comunidades de práctica científica, y contribuye en los procesos de formación ciudadana y la toma de decisiones informada.

4) Diversidad y equidad en el aprendizaje de las ciencias

En esta categoría clasifican estudios que abordan las disparidades de género, la discapacidad y otras identidades sociales que afectan el acceso, la permanencia, la participación y el éxito de los estudiantes en disciplinas científicas. Los artículos reflexionan sobre cuestiones cuyas formas relevantes son agrupadas en el grupo púrpura de la red de coocurrencia y el halo azul de la red neuronal.

En esta categoría se discute la influencia del género en la percepción de las ciencias, las experiencias de las personas con discapacidades en entornos educativos y la calidad de los argumentos en la reflexión crítica en ambientes de debate y cooperación, por ejemplo, Ibourk y otros, (2022). Fomentar la investigación en esta línea lograría una comprensión más profunda de cómo las identidades, construidas a través de las experiencias educativas, las emociones, las interacciones sociales y el contexto cultural en el que se desarrolla el aprendizaje, afectan la participación y el

rendimiento de los estudiantes en las ciencias, lo que, a su vez, permitiría diseñar estrategias educativas que promuevan una mayor equidad en el acceso, permanencia y desarrollo profesional de grupos tradicionalmente excluidos en áreas científicas o relacionadas con estas.

5) Currículo y evaluación en ciencias

La clase trata estudios sobre la innovación y el mejoramiento de los enfoques pedagógicos, especialmente en contextos como el aprendizaje en línea, la integración de la historia de la ciencia y el uso de métodos no convencionales como el teatro o el arte. Los 8 trabajos corresponden a temas cuyos términos son agrupados en el núcleo amarillo de la red de coocurrencia y el halo azul de la red neuronal. Aunque son un número reducido en la revisión, hacen un llamado a dirigir la mirada de los investigadores para analizar el potencial de las metodologías poco tradicionales y las herramientas tecnológicas como dinamizadores del aprendizaje científico y el enriquecimiento del currículo, cuestionando permanentemente el sistema educativo tradicional (Irving y otros, 2020).

Por tanto, integrar a través de la investigación en educación en ciencias, la evaluación cognitiva y práctica con la dimensión histórica, social y emocional en contextos multidisciplinares, puede aportar en la consolidación de identidades científicas robustas, críticas y diversas, más allá de la racionalidad instrumental que predomina en los planes y estudios de educación científica.

6) Teorías y métodos de investigación

Los estudios catalogados en esta clase se refieren a temas cuyos términos hacen parte del halo azul de la red coocurrencia y amarillo en el árbol de similitud. Buscan organizar relaciones entre variables del dominio afectivo y cognitivo en el contexto del aprendizaje científico, o a lo sumo, poder predecir su comportamiento de manera cualitativa. Las 8 producciones acuden a enfoques interdisciplinares, combinando conceptos y métodos de la psicología, la educación y las ciencias cognitivas, usan métodos cualitativos y cuantitativos, hacen énfasis en el papel del entorno de aprendizaje y las relaciones sociales y, exploran cómo los estudiantes piensan, sienten y aprenden, vinculando procesos afectivos y cognitivos (González y otros, 2017; Powietrzyńska y Gangji, 2016).

Estas investigaciones no solo buscan conocer que aprenden los estudiantes, sino que se preguntan por como sucede y las posibles causas asociadas. Aunque los enfoques metodológicos apuntan, por un lado, a intervenciones de aula y la descripción de las interacciones y, por el otro, a respuestas fisiológicas corporales (Chiu y otros, 2019), se pueden pensar como complementos y posibles puntos de convergencia para la integración de las diferentes perspectivas teóricas en investigaciones futuras.

Discusión: Tendencias y perspectivas presentes en la revisión sistemática

Para determinar las tendencias de los resúmenes de artículos de investigación, se usó la herramienta de Clasificación Jerárquica Descendente (CJD) del programa IRAMUTEQ con la que se obtuvo una representación

gráfica (dendograma) que ayudó a identificar patrones y temas recurrentes en el *corpus* textual de la revisión.

El contenido evaluado a través la herramienta Clasificación Jerárquica Descendente (CJD), del programa IRAMUTEQ fue organizado en cinco clases (Figura 9). Al agrupar los términos, la CJD revela campos semánticos subordinados para identificar categorías temáticas que reflejan cómo se relacionan los diferentes conceptos dentro del *corpus* textual. La consistencia que aporta el método cuantitativo del CJD a la subjetividad propia de la investigación en educación, hace que la interpretación final de los resultados no se desborde, y, por el contrario, esté alineada con los objetivos de la investigación. El dendograma generado a partir de la CJD visualizó los grupos de palabras que coocurren con mayor frecuencia, las clases generadas dan cuenta de las tendencias más relevantes de los temas discutidos.

Se puede observar que el *corpus* tiene dos grandes grupos (*subcorpus*): *Subcorpus* 1, que abarca el 36,9% y corresponde a las clases 2 y 4 y, *Subcorpus* 2 que concentra el 63,1% e incluye a las clases 1, 3 y 5. También se evidencia que, en el *subcorpus* 2, las clases 3 y 5 tienen una relación estrecha y diferenciada de la clase 1. A partir de estas asociaciones, se presentan dos líneas fuerza de investigación sobre las emociones en educación en ciencias y la Física que emergen de la revisión sistemática.

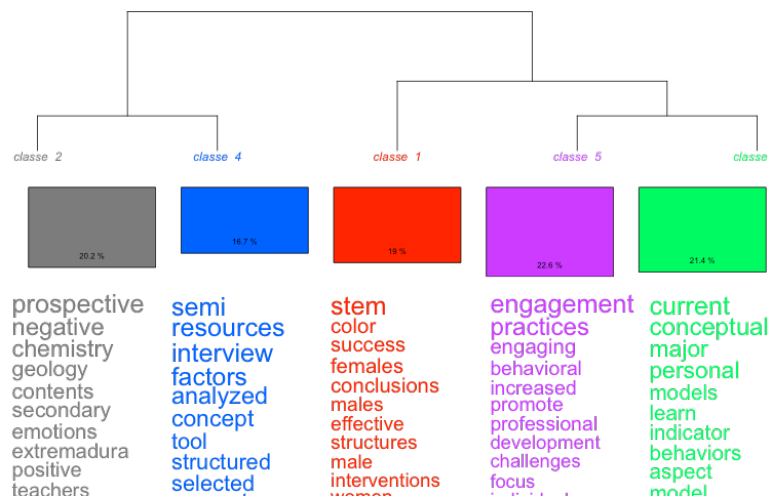


Figura 9 Dendrograma con la clasificación jerárquica descendente (CJD) de los *corpus* textuales. Fuente: autor, basado en IRAMUTEQ.

Subcorpus 1 (clases 2 y 4): En esta categoría los términos asociados hacen referencia directa a investigaciones que se centran en las emociones en profesores de ciencias en básica y secundaria y sus correspondientes metodologías de investigación. Los trabajos abordan mayoritariamente la valencia de las emociones que experimentan los profesores de ciencias naturales, en primaria y bachillerato, al tener que impartir asignaturas específicas como la Biología, la Geología y la Química. Aunque la Física es una palabra clave de la investigación, no es un término relevante dentro las categorías emergentes que presenta el CJD, lo cual, nos lleva a pensar que, pese a que se sabe que la Física generalmente despierta emociones

negativas como la ansiedad o la frustración (González y otros, 2017), se conoce poco sobre las emociones positivas que puede despertar, por lo cual, se hace relevante abordarla como tema central de investigación en educación en ciencias.

Del mismo modo, se reseñan estudios en la línea de formación inicial de maestros de ciencias naturales con menor énfasis en futuros profesores de Física y, ni que decir, de comunidades, asociaciones y redes de profesores, lo cual, los convierte en un foco promisorio de investigación. Al respecto, se debe señalar que la revisión arroja que las investigaciones además de estudiar el desarrollo de habilidades científicas preguntan por la dimensión afectiva, social, ética y espiritual de los sujetos (Powietrzyńska y Gangji, 2016). Es por esto que, como punto de partida de próximas investigaciones en futuros profesores de Física, debe considerarse el ambiente de clase, las metodologías activas, las emociones y las relaciones sociales, para abordar, especialmente, temas científicos que generan conflictos y opiniones divididas en la sociedad, como los problemas ambientales, la pérdida de biodiversidad, las futuras pandemias y el cambio climático (Chang y otros, 2020; Gutiérrez-García y otros, 2024; Leichenko y O'Brien, 2020), que fomenten la reflexión crítica para la toma de decisiones, a la vez que se cultiva una nueva generación de profesionales de la educación activos, con la capacidad de abordar las necesidades globales desde una perspectiva holística e interdisciplinaria.

Asimismo, las investigaciones utilizan tanto diseños metodológicos cualitativos basados en entrevistas y análisis textuales, como cuantitativos que incluyen técnicas estadísticas como modelos de ecuaciones semiestructurales (Deslauries y otros, 2019, Jiménez-Valverde y otros, 2024). Esto sugiere que, a pesar de la subjetividad asociada las emociones, futuros estudios deberían adoptar enfoques mixtos para obtener una comprensión más amplia y profunda de los fenómenos, fortaleciendo así la validez y expandiendo la teoría disponible. Las investigaciones deben hacer aportes a la definición de constructos, el refinamiento de los instrumentos, el procesamiento y la triangulación de datos, con el objeto de lograr investigaciones consistentes y rigurosas.

Subcorpus 2 (clases 1, 3 y 5): En esta clase se reúnen investigaciones que hacen referencia a la dimensión socioafectiva y la cognición en educación en ciencias con un enfoque de diversidad cultural y educación STEM. Los estudios en esta línea de investigación examinan cómo factores sociales (género, cultura), cognitivos (modelos mentales, aprendizaje conceptual) y pedagógicos (prácticas de aula, desarrollo profesional) afectan el aprendizaje y la participación en áreas STEM (Ibourk y otros, 2022; Robertson y otros, 2025). Se centran en la enseñanza inclusiva en ciencias naturales, buscando reducir brechas relacionadas con raza, género y discapacidad en el acceso y desarrollo profesional.

En ese sentido, además de analizar cómo el contexto y las prácticas pedagógicas impactan el compromiso y la motivación de los estudiantes, próximos estudios plantean retos en el modelamiento de las interacciones entre aspectos socioculturales, conductas, emociones y procesos cognitivos (Chang y otros, 2020; Mujtaba y Reiss, 2014). Asimismo, el fomento de la conciencia sobre sus emociones hacia la ciencia y su aprendizaje con el

objetivo de mejorar la capacidad de autorregulación y control, consolidar hábitos saludables para mejorar la convivencia y las relaciones interpersonales de los profesores con sus pares y con los estudiantes en el ambiente de trabajo (Borrachero y otros, 2014).

Por consiguiente, se deben explorar condiciones específicas de género, raza y condiciones de discapacidad que permitan reducir la brechas de acceso y permanencia en el campo de las ciencias Físicas y fomentar la participación equitativa de la juventud en la toma de decisiones en una sociedad paquidérmica, en un mundo complejo en el que la naturaleza ha perdido su autonomía y dignidad, y en el que el ser humano parece predeterminado por el trabajo, la actividad, el rendimiento, la competencia y la aceleración inherente al capital (Leichenko y O'Brien, 2020). Más precisamente, la investigación futura debe centrarse en cómo las prácticas pedagógicas fomentan el interés para que los estudiantes desarrollen comportamientos de cuidado y conservación de todas las formas de vida en el planeta y orienten sus acciones desde una filosofía que esté acorde con la envergadura de los desafíos del siglo XXI, sobre los cuales la educación en Física ha estado al margen.

Limitaciones

Aunque se llevó a cabo una selección acorde a los criterios establecidos, el factor subjetivo de las decisiones sobre qué estudios incluir o excluir introduce sesgos hacia ciertos enfoques o metodologías, incluso con criterios de selección rigurosos. Adicional a esto, priorizar el inglés como idioma de la búsqueda pudo incurrir en la exclusión de publicaciones en otros idiomas, especialmente el español. Como se evidenció, la mayor producción de artículos científicos en este campo corresponde a investigadores y agrupaciones de nacionalidad española. Lo anterior, limita la generalización de los hallazgos.

Por otra parte, los resúmenes proporcionaron una visión abreviada de los estudios, con lo que se pudieron omitir detalles e información más profunda sobre la población, la metodología, el contexto y los resultados. Aunque Scopus y WOS cuentan con procesos editoriales estrictos, la calidad y la claridad de los resúmenes varían, lo que pudo haber dificultado la extracción de información precisa y conducir a una visión simplificada de la realidad del universo de artículos en las plataformas. Por último, la interpretación de las categorías lexicales resultantes del análisis factorial de correspondencia pudo ser subjetiva lo cual pudo afectar el análisis y discusión de los resultados. Por tanto, futuras revisiones deben incluir otras bases de datos, preferiblemente en español, como Dialnet o Scielo, para tener una visión más abarcadora de la investigación. Asimismo, es recomendable analizar los textos completos, para poder obtener una mayor exactitud de la información y con ello una generalización de los resultados más contundente.

Conclusiones

Se enfatiza que la educación en Física debe ir más allá de la transmisión de conocimientos técnicos, reconociendo y atendiendo las dimensiones emocionales de profesores y estudiantes. Futuros estudios deben integrar

contenidos científicos con aspectos sociales, emocionales y trascendentes, así como investigar la autorregulación y autoeficacia de los futuros docentes (Hernández-Barco y otros, 2024) para mejorar sus habilidades para pensar y actuar en contextos educativos específicos.

La revisión identificó preocupaciones sobre barreras de acceso y permanencia en ciencias naturales relacionadas con género, raza y discapacidad. Por esto, es importante investigar sobre prácticas pedagógicas que fomenten la aceptación y participación activa de todos los estudiantes en Física. Aunque algunas investigaciones han documentado diferencias en desempeño según género o raza, esto no garantiza una reducción efectiva de las brechas en participación (Robertson y otros, 2025). Por lo tanto, se quieren enfoques más amplios que consideren nociones de género no binarias, y que, incluyan una amplia gama de grupos étnicos y culturales para reconocer barreras sociales y culturales que impiden la participación plena de todas las personas.

Además, la revisión muestra que la educación en Física se está adaptando a los desafíos del siglo XXI, abordando temas como el cambio climático (Leichenko y O'Brien, 2020) y la sostenibilidad ambiental (Bassachs y otros, 2020). Por consiguiente, se requiere un enfoque transdisciplinario que conecte la Física con otros saberes y promueva soluciones integrales a problemas complejos. Es necesario que las futuras investigaciones consideren epistemologías que reconozcan la interconexión de todos los seres vivos y la importancia del equilibrio en la naturaleza en un mundo cambiante e interconectado.

Próximas investigaciones deben incorporar dimensiones sociales, culturales y emocionales en la educación en ciencias naturales; al mismo tiempo, deben considerar la voz de los estudiantes, entendiéndolos como sujetos activos y conscientes de su propio proceso, que no sólo deben ser científicamente competentes, sino que también deben ser ciudadanos con responsabilidad social y comprometidos con un futuro sostenible.

Por último, la investigación exhorta a reconocer que la educación en ciencias no puede reducirse a la transmisión racional y objetiva del conocimiento, sino que implica una experiencia emocional profunda tanto para los profesores como para los estudiantes. Las emociones constituyen un componente de la formación docente que puede orientar el sentido de la práctica, la relación con el saber y el vínculo con el mundo. Problematicar estas relaciones abre la posibilidad de perspectivas de la relación entre la ciencia y la vida, en las que enseñar física sea un acto ético y afectivo de cuidado.

Referencias bibliográficas

Abela, J., (2002). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. Sevilla: Fundación Centro de Estudios Andaluces.

Abell, S., y Lederman, N. (2014). *Handbook of Research on Science Education II*. New York: Taylor y Francis.

Alsop, S., y Watts, M. (2003). Educación científica y afecto. *Revista Internacional de Educación Científica*, 25(9), 1043-1047. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052180>

Bassachs, M., Cañabate, D., Nogué, L., Serra, T., Bubnys, R., y Colomer, J. (2020). Fostering critical reflection in primary education through STEAM approaches. *Education Sciences*, 10(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>

Bisquerra, R., y Pérez, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XX1*, 10(1), 61-82.

Boekaerts, M., Pintrich, P., y Zeidner, M. (2000). Self-Regulation: An Introductory Overview. En M. Boekaerts, P. Pintrich, y M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Self-Regulation* (pp. 1-9). New York: Academic Press.

Bonil, J., y Márquez, C. (2011). ¿Qué experiencias manifiestan los futuros maestros sobre las clases de ciencias? Implicaciones para su formación. *Revista de Educación*, 354, 447-472.

Borrachero, A. B., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E., y Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing by gender. *Research in Science and Technological Education*, 32(2), 182–215. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.909800>

Chiu, M.-H., Liaw, H. L., Yu, Y.-R., y Chou, C.-C. (2019). Facial micro-expression states as an indicator for conceptual change in students' understanding of air pressure and boiling points. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 469–480. <https://doi.org/10.1111/bjet.12597>

Chang, H., Liang, J., y Tsai, C. (2020). Students' Context-Specific Epistemic Justifications, Prior Knowledge, Engagement, and Socioscientific Reasoning in a Mobile Augmented Reality Learning Environment. *Journal of Science Education and Technology*, 29. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09825-9>

Clough, M., Olson, J., y Berg, C. (2009). Promoting effective science teacher education and science teaching: A framework for teacher decision-making. *Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 821-847.

Costillo, E., Cubero, J., y Cañada, F. (2012). Emociones y autoeficacia de profesores de secundaria en formación ante la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En V. Mellado, L. Blanco, A. Borrachero, y J. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 395-415). Badajoz: Grupo de Investigación DEPROFE.

Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y de los sentimientos*. Barcelona: Crítica.

Dávila, M., Borrachero, A., Cañada, F., Martínez, 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.

Dini, V., Jaber, L., y Danahy, E. (2021). Dynamics of Scientific Engagement in a Blended Online Learning Environment. *Research in Science Education*, 51(2), 439–467. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9802-z>

Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., y Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America*, 116(39), 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>

De Zuani-Cassina, F., D'Orto, E., Tasquier, G., Fantini, P., y Levrini, O. (2023). Enhancing relevance and authenticity in school science: design of two prototypical activities within the FEDORA project. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1085526>

Fischer, H., y Kauertz, A. (2021). Professional Competencies for Teaching Physics. En H. Fischer, y R. Girwidz, *Book Physics Education, Challenges in Physics Education* (pp. 25-54). Múnich: Springer.

Goetz, T., Frenzel, A., Pekrun, R., y Hall, N. (2006). The Domain Specificity of Academic Emotional Experiences. *The Journal of Experimental Education*, 75(1), 5-29.

González, A., Carrera-Fernandez, M.-V., y Paoloni, P.-V. (2017). Hope and anxiety in physics class: Exploring their motivational antecedents and influence on metacognition and performance. *Journal Of Research in Science Teaching* 54(5), 558–585. <https://doi.org/10.1002/tea.21377>

Gutiérrez-García, L., Sánchez-Martín, J., Blanco-Salas, J., Ruiz-Téllez, T., y Corbacho-Cuello, I. (2024). Use of aromatic plants and essential oils in the teaching of physics and chemistry to enhance motivation and sustainability awareness among primary education trainee teachers. *Heliyon*, 10(15). <https://doi.org/10.1002/tea.21377>

Hernández-Barco, M., Corbacho-Cuello, I., Sánchez-Martín, J., y Cañada-Cañada, F. (2024). A longitudinal study during scientific teacher training: the association between affective and cognitive dimensions. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1355359>

Ibourk, A., Hughes, R., y Mathis, C. (2022). "It is what it is": Using Storied-Identity and intersectionality lenses to understand the trajectory of a young Black woman's science and math identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 59(7), 1099–1133. <https://doi.org/10.1002/tea.21753>

Irving, P., McPadden, D., y Caballero, M. (2020) Communities of practice as a curriculum design theory in an introductory physics class for engineers. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 1-31. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020143>

Jiménez-Valverde, G., Heras-Paniagua, C., Fabre-Mitjans, N., y Calafell-Subira, G. (2024). Gamifying Teacher Education with FantasyClass: Effects on Attitudes towards Physics and Chemistry among Preservice Primary Teachers. *Education Sciences*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/educsci14080822>

Kleinginna, P., y Kleinginna, A. (1981). A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion* (5), 345–379.

Klusmann, U., Richter, D., y Lüdtke, O. (2016). Teachers' emotional exhaustion is negatively related to students' achievement: evidence from a

large-scale assessment study. *Journal of Educational Psychology*, 108(8), 1193–1203. <https://doi.org/10.1037/edu0000125>

Lederman, N., y Zeidler, D. (2023). *Handbook of research on science education III*. New York: Taylor y Francis.

Leichenko, R., y O'Brien, K. (2020). Teaching climate change in the Anthropocene: An integrative approach. *Anthropocene*, 30. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2020.100241>

Manassero, M. (2012). Emociones: Del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. En V. Mellado, L. Blanco, A. Borrachero, y J. Cárdenas, *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp. 3-19). Badajoz: Grupo de Investigación DEPROFE.

Mateos-Núñez, M., Martínez-Borreguero, G., y Naranjo-Correa, F. (2020). Comparación de las emociones, actitudes y niveles de autoeficacia ante áreas STEM entre diferentes etapas educativas. *European Journal of Education and Psychology*, 13(1), 49-64.

Mellado, V., Conde, M., Brígido, M., Costillo, C., Ruíz, M., Bermejo, M., y Fajardo, M. (2010). The educational change in science teachers. En A. Henshall, y B. Fontanez (Eds), *Educational Change* (pp. 61-83). New York: Nova Science Publishers.

Mellado, V., Garritz, A., Mellado, L., Vásquez, B., y Bermejo, L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, 32(3), 11–36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>

Moher, D., Page, M., Bossuyt, P., Boutron, I., Hoffmann, T., y Mulrow, C. (2021). PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews BMJ. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>

Mujtaba, T., y Reiss, M. (2014). A survey of psychological, motivational, family and perceptions of physics education factors that explain 15-year-old students' aspirations to study physics in post-compulsory english schools. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2), 371–393. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9404-1>

Newman, M., y Gough, D. (2020). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. En O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond, y K. Buntins, *Systematic Reviews in Educational Research Methodology, Perspectives and Application* (pp. 3-22). Wiesbaden: Springer.

Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review* (18), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

Pekrun, R., y Linnenbrink, S. (2014). *International Handbook of Emotions in Education*. New York: Taylor y Francis.

Powietrzyńska, M., y Gangji, A. (2016). "I understand why people need to ease their emotions": Exploring mindfulness and emotions in a conceptual physics classroom of an elementary teacher education program.

Cultural Studies of Science Education, 11(3), 693–712.
<https://doi.org/10.1007/s11422-016-9772-2>

Robertson, A., Velez, V., Huynh, T., y Hairston, W. (2025). Exposing and Challenging “Grit” in Physics Education. *Science Education*.
<https://doi.org/10.1002/sce.21961>

Romero, Y. (2022). Relación entre las emociones y el desarrollo profesional de maestros en servicio de la básica primaria en el contexto de la educación en ciencias. Recuperado de
<http://hdl.handle.net/20.500.12209/17365>.

Romero, Y., Adúriz-Bravo, A., Tuay, R., y Pérez, M. (2024). La investigación sobre las emociones en la didáctica de las ciencias experimentales: momentos clave de consolidación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 21(3).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i3.3301

Romero, Y., Tuay, R., y Pérez, M. (2021). Relación emociones y educación en ciencias: estado del arte reportado en eventos académicos. *Praxis & Saber*, 12(28), 1-16.

Shuman, V., y Scherer, K. (2014). Concepts and structures of emotion. En R. Pekrun y L. Linnenbrink-Garcia (Eds), *International Handbook of Emotions in Education* (pp. 13-35). New York: Routledge.

Vásquez, A. (2012). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y tecnología. En V. Mellado, L. Blanco, A. Borrachero y J. Cárdenas (Eds), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (pp. 245-274). Badajoz: Grupo de Investigación DEPROFE.