

Docentes universitarios de ciencias experimentales: Concepciones sobre su conocimiento didáctico y su relación con la neurociencia cognitiva

**Carolina María González Velásquez, Bartolomé Vázquez Bernal y
María Ángeles De las Heras Pérez**

carolinam.gonzalez@udea.edu.co

Resumen: El modelo del conocimiento didáctico del contenido ha sido objeto de estudio durante casi tres décadas y sigue siendo sumamente relevante. En la actualidad, su articulación con los conceptos teóricos de un campo tan valioso como la neurociencia cognitiva podría representar nuevas oportunidades para mejorar la práctica docente. Este artículo presenta un estudio realizado como parte de una investigación doctoral que examinó las concepciones sobre el conocimiento didáctico del contenido, un grupo de conceptos sobre neurociencia cognitiva y sus implicaciones para la enseñanza de las ciencias en un grupo de 150 profesores universitarios colombianos de ciencias experimentales. Los resultados revelaron niveles moderados de comprensión del conocimiento didáctico del contenido y niveles iniciales de los conceptos teóricos de la neurociencia cognitiva entre los docentes. Además, se identificó la persistencia de ideas relacionadas con un modelo transmisivo de enseñanza, donde el contenido disciplinar sigue teniendo gran protagonismo en la Universidad, asimismo, se reconoció, de manera, positiva, la contribución que el campo neurocientífico podría ofrecer al fortalecimiento de su enseñanza. No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la percepción de género. En conclusión, se destaca la necesidad de fortalecer la formación continua de los profesores para mejorar su práctica docente y desarrollo profesional en la educación superior al vincular campos interdisciplinarios y fortalecer el conocimiento didáctico del contenido.

Palabras clave: enseñanza de las ciencias, conocimiento didáctico del contenido, desarrollo profesional, docencia universitaria, neurociencia cognitiva.

Title: University teachers of experimental sciences: Conceptions about their didactic knowledge and its relationship with cognitive neuroscience.

Abstract: The didactic content knowledge model has been the subject of study for almost three decades and remains highly relevant. Currently, its articulation with the theoretical concepts of a valuable field such as cognitive neuroscience could represent new opportunities to improve teaching practice. This article presents a study conducted as part of a doctoral research project that examined conceptions of didactic content knowledge, a set of concepts from cognitive neuroscience, and their implications for science teaching in a group of 150 Colombian university professors of experimental sciences. The results revealed moderate levels of

understanding of didactic content knowledge and initial levels of theoretical concepts from cognitive neuroscience among the professors. Furthermore, the persistence of ideas related to a transmissive model of teaching was identified, where disciplinary content continues to have a major role in the university. Likewise, the contribution that the field of neuroscience could offer to strengthen its teaching was positively acknowledged. No significant differences were found regarding gender perceptions. In conclusion, the need to strengthen the continuing education of teachers is highlighted, in order to improve their teaching practice and professional development in higher education by linking interdisciplinary fields and strengthening the didactic content knowledge.

Keywords: science education, pedagogical content Knowledge, university teaching, cognitive neuroscience.

Introducción

En la actualidad, la investigación educativa requiere un enfoque transdisciplinar que promueva la colaboración entre investigadores de diversos campos del conocimiento y profesionales de la educación. Aunque la Sociología y la Psicología han influido históricamente en la escuela, es razonable integrar nuevas perspectivas que aborden los mecanismos subyacentes del aprendizaje, y que estas se vinculen con la labor didáctica del aula con el propósito de generar alternativas innovadoras para mejorar la enseñanza y el aprendizaje, superando enfoques reduccionistas y encontrando aplicaciones prácticas en el entorno escolar, otorgándole validez ecológica (Terigi, 2016).

Ahora bien, la neurociencia cognitiva como campo de conocimiento sobre el cerebro, proporciona las bases teóricas que sustentan el mecanismo biológico que subyace al proceso de aprendizaje y, por ende, identificar las implicaciones que tiene para la enseñanza es posible, lo que amerita nuevos procesos de investigación, con el fin de fortalecer su aplicación en el ámbito educativo, Fischer, K. (2009) desde la relevancia del trabajo curricular (Clement y Lovat, 2012).

Esta consideración es especialmente significativa, ya que la práctica docente se ve profundamente influenciada por las concepciones que los profesores tienen acerca de cómo enseñar y cómo aprenden sus estudiantes (Borko y Putnam, 1996).

Justamente, porque en la educación superior, los modelos de enseñanza transitan entre los tradicionales, altamente transmisivos y de corte magistral (Pineda Alfonso y Duarte Piña, 2020) o se centran en exceso en la materia ya elaborada (Porlán et al., 2020).

En tanto, analizar las creencias docentes y promover la articulación entre disciplinas resulta fundamental, ya que, como señala Garritz (2014), las creencias y actitudes de los profesores hacia la ciencia se han convertido en un factor prioritario para interpretar los distintos aspectos de su labor profesional. Estas influyen en la planeación, la enseñanza, la evaluación, las interacciones con colegas y estudiantes, así como en el desarrollo profesional y en la implementación de reformas educativas. Por tanto, comprenderlas y hacerlas explícitas ofrece una oportunidad valiosa para

fortalecer la praxis educativa y construir escenarios de formación más integrados y reflexivos en la enseñanza de contenidos específicos en la universidad, por ejemplo, al integrar la neurociencia cognitiva.

En suma, el estudio que se presenta a lo largo de este artículo hizo parte de las fases iniciales de una investigación doctoral, cuyo propósito fue analizar dichas concepciones articuladas a las posibles implicaciones didácticas y mejoras que revestiría para el desarrollo profesional. Para lograr dicho objetivo se diseñó un cuestionario el cual se aplicó a 150 profesores universitarios de carreras acordes a la formación en ciencias experimentales, se dirigieron a las Facultades de Ciencias, Ingeniería y Educación. La pregunta que condujo este estudio fue ¿cuáles son las concepciones de un grupo de profesores universitarios de ciencias experimentales colombianos acerca de su conocimiento didáctico del contenido, sus creencias sobre la enseñanza de las ciencias y su relación con los conceptos que presenta la Neurociencia Cognitiva?

Concepciones sobre didáctica de las ciencias: Conocimiento didáctico de contenido, desarrollo profesional, neurociencia cognitiva y emociones

A lo largo de los años, diversos estudios se han enfocado en las concepciones de los profesores sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en relación con el contenido disciplinar, la práctica y la forma en que lo contextualizan para su labor docente, con el fin de potenciar su desarrollo profesional. De acuerdo con (Mellado, 2003; Talanquer, 2014) identificar los obstáculos en el conocimiento de los docentes sobre los contenidos y la evaluación permite analizar en contingencia su desarrollo y por ende fortalecer los procesos de formación.

Ahora bien, las concepciones sobre el CDC que amplifican las posiciones personales como lo plantea Gess-Newsome (2015), al incorporar la reflexión sobre la acción y sobre la práctica en la enseñanza, ponen en perspectiva la urgencia de focalizar las posibles *inacciones* u *omisiones* como obstáculos para lograr un modelo de conocimiento profesional deseable, centrado en los estudiantes y que brinde alternativas novedosas a nivel evaluativo.

En este sentido, el estudio de García (2009) analizó el CDC de profesores universitarios de Matemáticas desde sus perspectivas disciplinares y cómo estas se conjugan en el trabajo de aula al utilizar estrategias de enseñanza que incluyeron problemas, identificando modificaciones en torno a la enseñanza, el aprendizaje, el contenido curricular y disciplinar. Igualmente, Briceño Martínez y Benarroch (2013), en un estudio acerca de concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza en profesores universitarios de ciencias, concluyeron la persistencia de enfoques empiristas, reduccionistas y de desconocimiento sobre el aprendizaje.

Este panorama parece mantenerse vigente, lo que hace pertinente vincular investigaciones con enfoques transdisciplinares. Dichos enfoques no solo permitirían identificar de manera integral las necesidades asociadas a los problemas didácticos en el aula, sino que también facilitarían la implementación de acciones diferenciadas y complejas que contemplen estrategias alternativas para la enseñanza de las ciencias en el ámbito

universitario. Como han señalado diversos estudios, la formación profesional del profesorado de ciencias implica la integración de conocimientos disciplinares y prácticos, los cuales se reflejan en su manera de abordar los procesos curriculares y evaluativos. Sin embargo, en el contexto universitario, esta integración se vuelve más compleja debido a la prevalencia de la formación disciplinar sobre la formación pedagógica, lo que otorga al conocimiento del contenido un valor preponderante y altamente estimado. De otro lado, el desarrollo profesional ha sido concebido por muchos docentes como un continuo permanente de mejora, entendiendo la enseñanza como la transmisión de conocimientos hasta llegar a establecer la necesidad del cambio de sus concepciones, además, el desarrollo personal también hace parte inexorable de este, Imbernón, F. (2020).

Asimismo, estudios como los de Marcelo (2009), Vaillant (2016) y Fraser (2016) establecen que el desarrollo profesional se ve favorecido por procesos colaborativos que requieren una formación de calidad y una reflexión permanente sobre la práctica. Es importante señalar que las concepciones acerca del desarrollo profesional han transitado desde perspectivas de acumulación del saber disciplinar derivado de procesos de formación continua, hasta aquellas que lo contemplan como un proceso de largo plazo donde se pondera el crecimiento desde la experiencia y la planificación, Villegas-Reimers (2003) de forma consciente y reflexiva.

Por otra parte, la formación continua favorece la integración transdisciplinaria, entendida como la incorporación de diversos campos del conocimiento en el proceso educativo. Esta integración representa una oportunidad no solo para enriquecer la práctica docente, sino también para estimular una mayor producción académica y fortalecer la calidad de la enseñanza universitaria. Al analizar sus implicaciones en este ámbito, se observa que la investigación desde enfoques transdisciplinarios aún es escasa en la literatura académica de este nivel en el ámbito educativo, lo que subraya la necesidad de fomentar estudios desde esta perspectiva.

En consecuencia, en este estudio se indica la relevancia de profundizar en las concepciones docentes sobre su conocimiento didáctico y, a su vez, en sus creencias sobre un campo como la neurociencia cognitiva desde sus aspectos teóricos, debido a las implicaciones que esto tendría en la configuración de propuestas e intervenciones innovadoras para fortalecer capacidades, pensar más en el proceso de aprendizaje, (Desimone, uitto (2009) y buscar alternativas a los modelos tradicionales de enseñanza de las ciencias en el ámbito universitario.

En tal virtud, investigaciones como las de Thomas et al. (2019) presentan las perspectivas futuras de la neurociencia y las cuestiones éticas que plantea, así como los desafíos y limitaciones, estableciendo las posibilidades de su implementación y los efectos para la educación y el desarrollo docente.

A propósito, Green et al. (2018) elaboraron un documento de consenso sobre metodologías para evaluar intervenciones conductuales para la mejora cognitiva. Además, algunos estudios ponen en evidencia la influencia de las percepciones y su utilidad para afrontar conceptos científicos desde una enseñanza que incorpore contenidos sobre

neurociencia, (Howard-Jones et al., 2020) y estimule el desarrollo profesional (Schwartz et al., 2019).

En este sentido, otra categoría de relevancia que amplifica las concepciones de los docentes universitarios es la referida a la diversidad de emociones que exhiben en su trayectoria y en su práctica educativa. Dado que las relaciones entre las bases que justifican el aprendizaje a nivel cognitivo vinculan aspectos socioemocionales en diversos estudios, especialmente al integrarse al campo educativo, (Borrachero et al., 2014), se justifica la inclusión de la dimensión socioemocional, pues esta ha venido cobrando una relevancia indiscutible para la educación (Mellado et al., 2014), específicamente por las actitudes que revisten para la enseñanza (Chang, 2009, Iriarte-Redín y Erro-Garcés, 2020). Esto es, aquellas que pueden conducir a la identificación de situaciones estresantes para la labor docente.

Así pues, como las bases que subyacen a las emociones tienen componentes neurofisiológicos, psicológicos y sociológicos, autores como (Turner, 2013), indican la necesidad de articular su conocimiento con campos como la neurociencia, para ampliar no solo su desarrollo y comprensión teórica, sino también, para profundizar en sus implicaciones en correspondencia con la identidad personal y profesional de los profesores Uitto et al. (2015). Por ello, la investigación sobre el rol de las emociones se ha intensificado recientemente, esbozando la pertinencia de comprender su incidencia en los cambios hacia la mejora y desempeño integral del profesorado; razón por la cual, reconocer cuáles son las comprensiones que tienen los docentes sobre las emociones, y pensar en la mejor manera de proponer diseños que impliquen dichas competencias, se constituye en una oportunidad que implica alternativas diferenciales para los profesores de enseñanza universitaria, donde este tipo de estudios es menos frecuente.

Finalmente, para analizar las diferentes concepciones identificadas en este estudio se utilizó la hipótesis de la complejidad (HC), como modelo de progresión la cual hace referencia al "desarrollo de la competencia del profesorado de ciencias para interactuar con el entorno educativo, social y natural, en el ejercicio de su profesión y a través de una reflexión orientada a la praxis" (Vázquez-Bernal et al., 2021). A tal efecto se consideraron tres niveles o gradientes de complejidad, uno inicial entendido como un obstáculo (Habermas, 1984), transitando a un nivel intermedio o moderado hasta un nivel deseable o referente que suscribe una posición donde el progreso y perspectiva implica cambios y modificaciones de las dimensiones establecidas desde el punto de vista didáctico. Ahora, con base en la HC se diseñó un sistema de categorías con las definiciones de los niveles de complejidad (Anexo 1) que incluyeron cuatro categorías vinculadas con aspectos diferenciales del CDC, el desarrollo profesional, los conocimientos disciplinares, específicamente del campo de la neurociencia cognitiva y las emociones.

Propósito del estudio

El estudio buscó analizar las concepciones que poseen un grupo de profesores universitarios de ciencias experimentales sobre su conocimiento didáctico del contenido en ciencias y conocimiento de conceptos teóricos de

la neurociencia cognitiva y cómo estos se articulan con su desarrollo profesional.

Para cumplir tal propósito se plantearon además como objetivos específicos:

1. Identificar el nivel de complejidad sobre las concepciones docentes y sus relaciones con el desarrollo profesional.
2. Comprobar si existen diferencias significativas en las concepciones en función del género.

Metodología

Diseño

El diseño hizo parte de una investigación doctoral y focalizó un estudio de caso longitudinal, con un enfoque mixto secuencial exploratorio (Creswell y Clark, 2011), el cual contempla un proceso constituido por dos etapas, una cualitativa y otra cuantitativa.

Para ello, se utilizó un cuestionario validado sobre didáctica de las ciencias y neurociencia cognitiva, que describimos más adelante, con el fin de, a través de un análisis estadístico, descriptivo e interpretativo, observar los niveles de complejidad al inicio del estudio para los participantes (ver también Anexo 1 para el sistema de categorías).

Participantes

La muestra estuvo conformada por 150 docentes universitarios, sin embargo, se analizaron 103 declaraciones que cumplieron con todos los criterios de inclusión, (ver tabla 1), los participantes fueron en total 37 Mujeres (35.9%) y 66 Hombres (64.1%) con edades comprendidas entre los 25 y 65 años (M= 40.7).

Contexto de los participantes

Los docentes participantes del estudio fueron profesores universitarios con diferentes niveles de experiencia como se muestra en la tabla 1, graduados en Química (25%), en Física (35%) en Biología (20%) en Educación (10%) y en Ingenierías (10%). Se obtuvo su consentimiento informado y aprobación ética para su participación. Como criterio relevante se consideró el que participaran docentes de carreras de preferencia científicas, con formación disciplinar en ciencias experimentales y que contaran con más de 10 años de experiencia en docencia.

Tabla 1. Criterios de inclusión participantes.

Experiencia en docencia e investigación superior a 10 años.
Niveles de formación de Maestría, Doctorado y Posdoctorado.
Graduados en Química, Física, Biología, Ingeniería y Educación.
Vinculados a facultades de Ciencias experimentales, Ingeniería, Humanidades.

Instrumentos

Los datos fueron recogidos a través de las respuestas a un cuestionario de declaraciones, el cual se estructuró a manera de proposiciones recogidas en 15 ítems. Estas se registraron utilizando un formato de Google Forms de manera digital. Las variables se diseñaron con base en un sistema de categorías con niveles de complejidad (Anexo 1), que sirvió como instrumento de análisis, sustentado en los cuatro grandes centros de interés de nuestro trabajo: conocimiento general en didáctica de las ciencias CDC; desarrollo profesional; neurociencia cognitiva; y emociones. De forma operativa, se organizaron estas 4 grandes categorías en 6 subcategorías y, a su vez, cada una de ellas desarrollada en 15 diferentes ítems, en la búsqueda de la mayor información posible:

1. *Estrategias, recursos y metodologías de enseñanza* (Fundamentación de contenidos teóricos; Usabilidad de recursos tradicionales/alternativos; Inclusión de problemas teóricos/de Contexto).

2. *Conocimiento didáctico y Evaluación sobre el contenido y su finalidad* (Finalidad evaluativa basada en contenido; Valoración disciplinar en la evaluación)

3. *Articulación inter y transdisciplinar* (Relevancia de la inter/transdisciplinariedad; Utilidad de la neurociencia; Reconocimiento de otras disciplinas para mejorar la enseñanza-aprendizaje).

4. *Modelos de Desarrollo profesional docente y Modelos de enseñanza Universitaria* (Fortalecimiento del desarrollo docente; Identificación de un estilo de enseñanza; Fundamentación del enfoque teórico)

5. *Técnicas y métodos de estudio del cerebro y su funcionamiento* (Comprensión de técnicas interdisciplinarias; Articulación de los hallazgos de las técnicas a la educación).

6. *Dominio Socioafectivo* (Inclusión del dominio socioafectivo; Identificación de factores causantes de Estrés).

El cuestionario, por tanto, parte de forma natural directa de estas 6 subcategorías y sus 15 ítems correspondientes con base en los niveles de complejidad, para lo cual se ajustó una escala Likert de 5 puntos. Así, para las dos primeras subcategorías, el nivel inicial se encuentra entre los valores de 4 y 5, el nivel moderado en 3 y el nivel referente entre 1 y 2.

Para el resto de las subcategorías, el nivel inicial se encuentra entre los valores de 1 y 2, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 4 y 5. Se invirtió la escala con la finalidad de ocultar la hipótesis subyacente.

Se ponderó el nivel de consistencia interna del cuestionario con la prueba Omega de McDonald, ya que es un estimador de confiabilidad preferible al Alfa de Cronbach cuando las variables son ordinales o hay menos de siete alternativas elegibles (McDonald, 1999). El coeficiente ω arrojó como resultado un valor de 0.958, lo que representa alrededor de un 96% de confiabilidad del instrumento (tabla 2).

Adicionalmente, para comprobar si los ítems respondían a un modelo de análisis factorial, se ponderó la muestra de Kaiser-Meyer-Olkin y esfericidad de Barlett, dando como resultado 0.933; lo cual evidencia los factores comunes (Ferrán, 1996). Luego del proceso de validación del instrumento, se analizaron finalmente las respuestas de 103 profesores.

Tabla 2. Fiabilidad, Omega de McDonald ω y alfa de Cronbach del cuestionario.

Estimar	ω McDonald	α Cronbach	mean	sd
Estimación por punto	0.958	0.955	42.942	13.944
IC del 95% límite inferior	0.946	0.942	40.249	12.265
IC del 95% límite superior	0.970	0.966	45.635	16.159

Procedimiento y análisis

Los datos se recogieron de manera digital con un formulario forms, estos fueron analizados con el software programa estadístico IBM® SPSS 27. Se contó con la aprobación ética y consentimiento informado. Adicionalmente utilizamos el sistema de categorías con las declaraciones, ubicando con base en las respuestas- las ponderaciones estadísticas que a su vez se vincularon de manera correspondiente con los niveles de complejidad. Cada ítem fue debidamente codificado para claridad en la ubicación del nivel.

Resultados

Los resultados se presentarán desde cada uno de los objetivos propuestos para el estudio.

Objetivo 1: Identificar el nivel de complejidad sobre las concepciones docentes y sus relaciones con el desarrollo profesional.

Para estimar los valores en escala se presentan a continuación el estadístico descriptivo que relaciona la mediana y, seguidamente, los niveles de complejidad en correspondencia también con en el sistema de categorías, con lo cual se establecen los criterios sobre las concepciones de los docentes al inicio del estudio. Los demás valores estadísticos se encuentran en el Anexo 2.

En relación con los niveles de complejidad con base tanto en el sistema de categorías como con los valores de la mediana se identificaron los siguientes resultados (tabla 3): Destacamos en negrita las variables con su mediana.

Para la interpretación de la tabla 3, se utilizó el sistema de categorías como base para el análisis (ver anexo 1), articulado a los valores estadísticos ponderados de la mediana, permitiendo la identificación de los niveles de complejidad obtenidos en las diferentes subcategorías:

1. Estrategias recursos y metodologías de enseñanza. El nivel inicial se encuentra entre los valores de 4 y 5, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 1 y 2, por lo cual se reconoce la diferencia en los niveles referidos a las distintas variables (figura 1).

Tabla 3. Relación de los niveles de complejidad y la Mediana en las variables.

Subcategoría	Variable	N.º ítem	Código	Mediana Me	Nivel de complejidad
<i>Estrategias recursos y metodologías de enseñanza</i>	<i>Fundamentación de contenidos teóricos</i>	3	REEATE EAIEEA	2.000	Referente
	<i>Usabilidad de los recursos</i>	14	IERATER ARERA	3.000	Moderado
	<i>Inclusión de problemas teóricos/contexto</i>	11	IEAITEA IREAI	4.000	Inicial
<i>Conocimiento didáctico y Evaluación sobre el contenido y su finalidad</i>	Finalidad evaluativa basada en contenido	4	IEVATEV AREVA	3.000	Moderado
	Valoración disciplinar en la evaluación	2	IEVCTEV CREVC	2.000	Referente
<i>Articulación inter y transdisciplinaria</i>	Relevancia de la inter/transdisciplinariedad	12	IPFCTPF CRPFC	4.000	Referente
	Utilidad de la Neurociencia	7	IPFNTPF NRPFN	3.000	Moderado
	Reconocimiento de otras disciplinas	6	IBDBTB DBRBDB	3.000	Moderado
<i>Modelos de Desarrollo profesional Docente</i>	<i>Fortalecimiento del desarrollo docente</i>	1	IMDPTM DPRMDP	2.000	Inicial
	<i>Identificación de un estilo de enseñanza</i>	5	IMEUTM EURMEU	3.000	Moderado
	<i>Fundamentación del enfoque</i>	10	IMEETM EERMEE	4.000	Referente
<i>Técnicas y métodos de estudio del cerebro y su funcionamiento</i>	<i>Comprensión de técnicas interdisciplinarias</i>	9	ITMNTT MNRTM N	3.000	Moderado
	<i>Articulación de las técnicas a la educación</i>	8	ITMFTT MFRTMF	3.000	Moderado
<i>Dominio Socioafectivo</i>	<i>Inclusión del dominio socioafectivo</i>	13	IDSATD SARDSA	4.000	Referente
	<i>Identificación de factores causantes de Estrés</i>	15	IDSETD SERDSE	3.000	Moderado

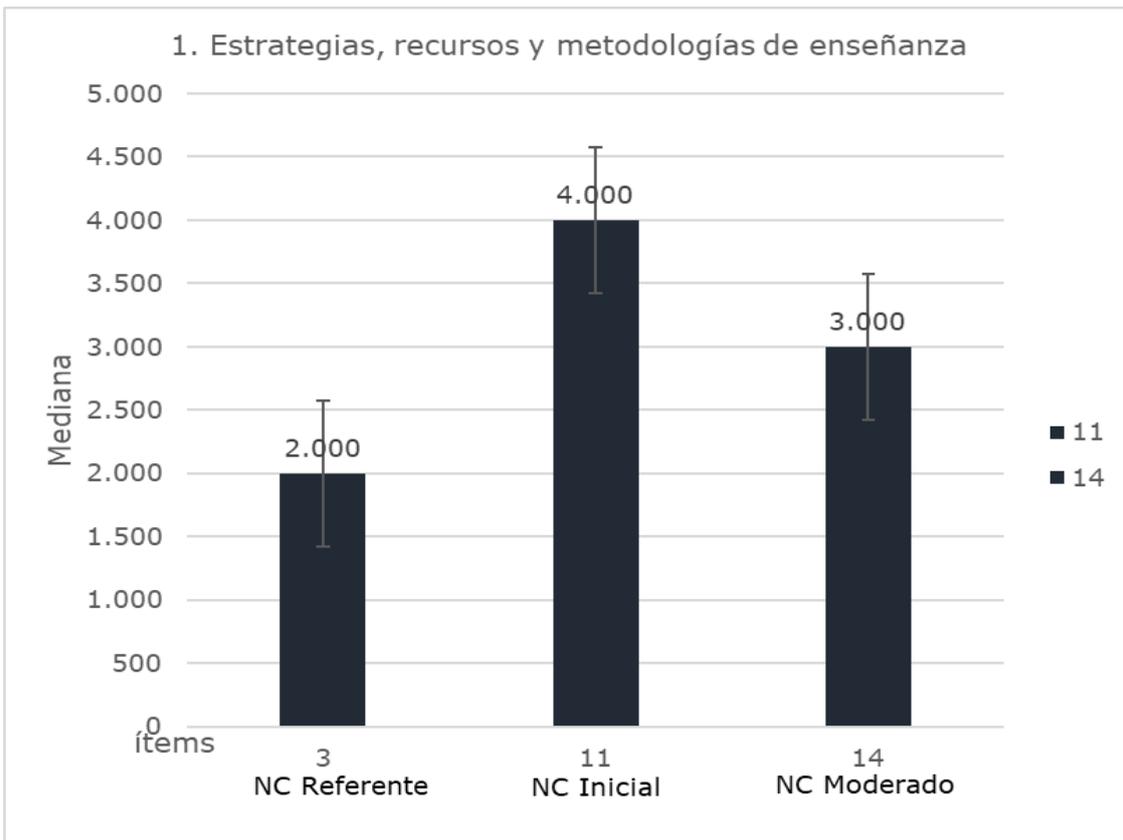


Figura 1. Gráfica de la mediana con los ítems de la subcategoría.

Tal como se muestra en la (figura 1) el ítem 3 se encuentra en un nivel referente, ya que cerca del 69% de los profesores declararon estar en desacuerdo en que las estrategias, metodologías y recursos para la enseñanza en el contexto universitario se deben fundamentar solo en los contenidos teóricos. Sin embargo, en el ítem 11 se observa que para el 54% de los docentes encuestados la inclusión de problemas del contexto constituye un escenario de suma complejidad. Esto indica que más de la mitad de los docentes considera que dicha inclusión podría ser un desafío importante para abordar situaciones de enseñanza que incluyan estrategias diferentes al uso de los contenidos teóricos para explicar fenómenos científicos.

Ahora, para el ítem 14 el nivel de complejidad se establece como moderado ya que el uso de recursos alternativos cobra un papel de importancia solo para el 36%.

2. *Conocimiento didáctico y Evaluación sobre el contenido y su finalidad.* El nivel inicial se encuentra entre los valores de 4 y 5, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 1 y 2, por lo cual se reconoce la diferencia en los niveles referidos a las distintas variables (figura 2).

Se aprecia en la (figura 2) que el ítem 2, más del 50% de los docentes se encuentran en un nivel referente reconociendo a la didáctica como una disciplina de importancia, sin embargo, llama la atención que el 37% de profesores no tomara partido de manera categórica, lo que resulta relevante para poder identificar cuál consideran que es el objetivo de sus procesos de enseñanza.

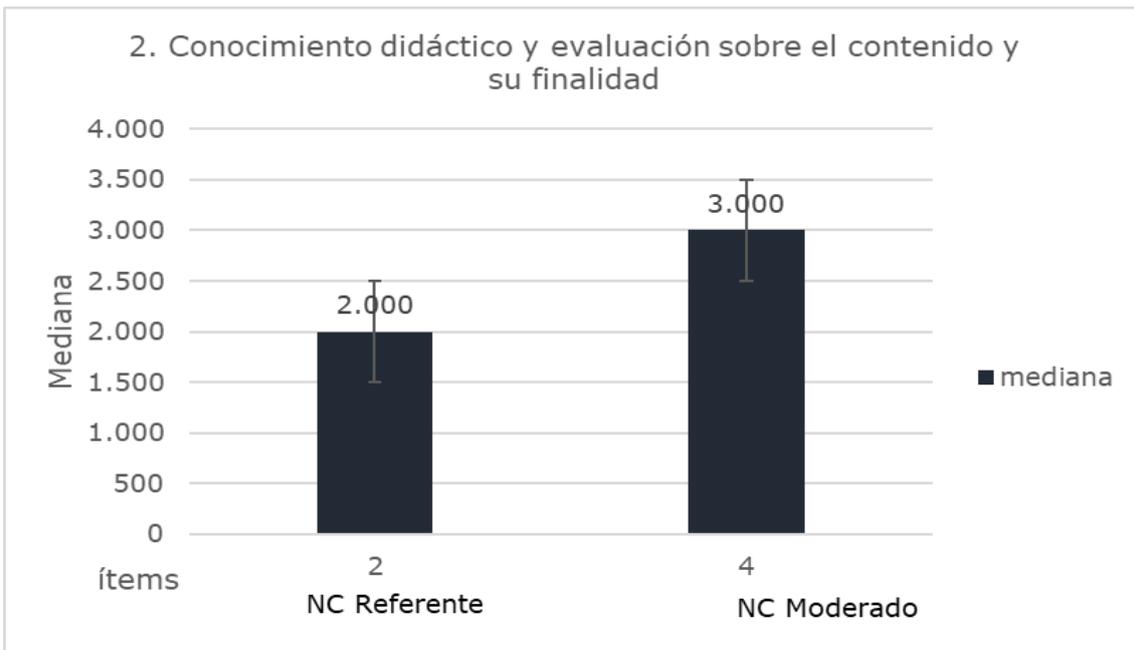


Figura 2. Gráfica de la mediana con los ítems de la subcategoría.

Ahora bien, en relación con la finalidad de la evaluación, se sugiere un nivel moderado, lo que revela que solo el 40% de docentes no estuvo de acuerdo en que la evaluación como mecanismo de identificación de los aprendizajes tenga como única finalidad observar el progreso sobre los contenidos teóricos y prácticos. Y finalmente, el 32% de profesores indica una valoración disciplinar como objetivo de enseñanza.

3. *Articulación inter y transdisciplinar*. El nivel inicial se encuentra entre los valores de 1 y 2, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 4 y 5 (figura 3).

El ítem 6 muestra un nivel moderado, lo que sugiere que el 41% de los docentes no tienen un claro entendimiento de los mecanismos asociados a la adquisición del conocimiento.

Por otro lado, el 47% de los docentes no estuvo de acuerdo ni en desacuerdo con este ítem. En cuanto al ítem 7, se observa un nivel moderado.

Finalmente, en el ítem 12, se identifica un nivel de complejidad referente, lo que sugiere que el 54% de los docentes estuvo de acuerdo en que un programa de formación basado en neurociencia cognitiva sería relevante.

4. *Modelos de desarrollo profesional y modelos de enseñanza universitaria*. El nivel inicial se encuentra entre los valores de 1 y 2, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 4 y 5 (figura 4).

El ítem 1 se encuentra en un nivel de complejidad inicial, indicando que cerca del 55% de docentes no estuvo de acuerdo en que el desarrollo profesional docente se fortalece en la medida en que se realizan diferentes procesos, uno de ellos es el de la formación continua al incrementar su conocimiento disciplinar, llama la atención que solo el 16% si estuvo de acuerdo y que el 28.2% no haya tomado una posición en relación con dicha proposición.

De otro lado, en el ítem 10, se posicionó un nivel referente, lo que connota que el 50% de docentes declara identificar plenamente la teoría del aprendizaje y enfoque al cual suscriben su estilo de enseñanza y que ello permea su quehacer docente e investigativo.

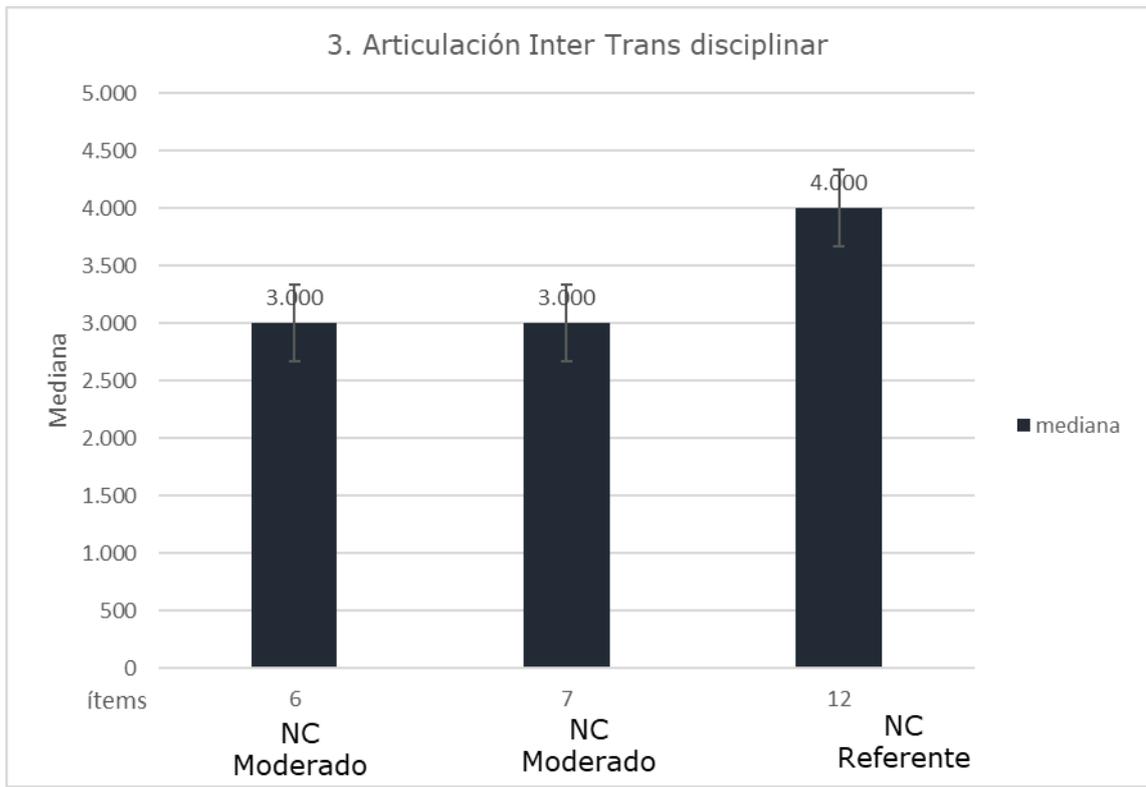


Figura 3. Gráfica de la mediana con los ítems de la subcategoría.

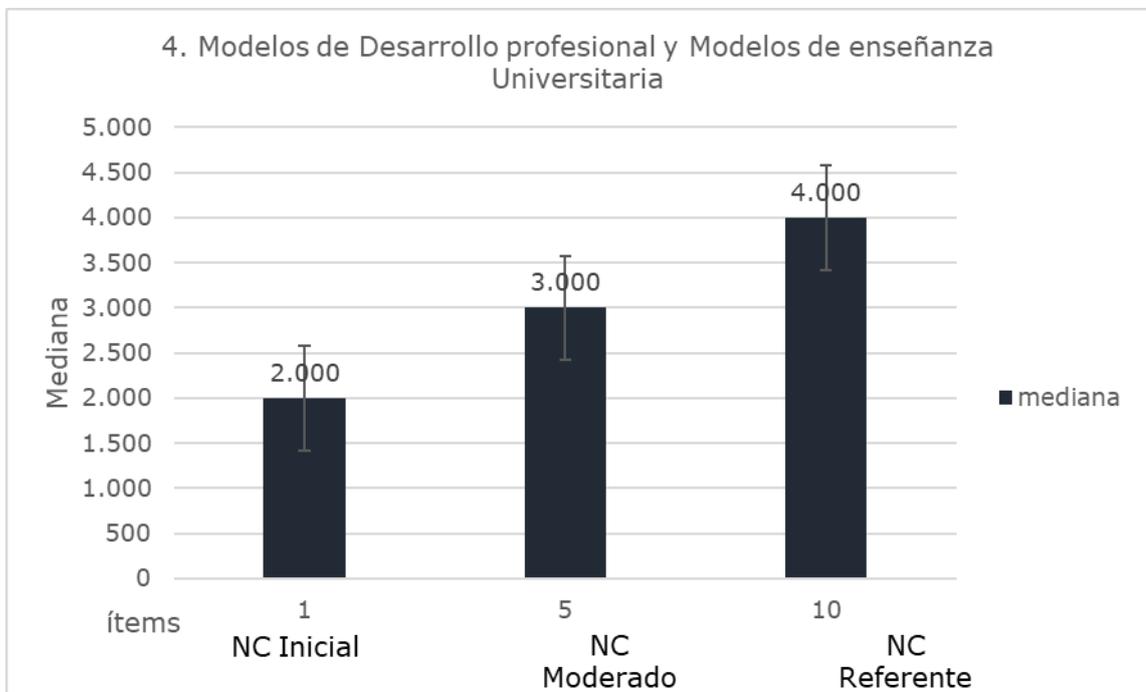


Figura 4. Gráfica de la mediana con los ítems de la subcategoría.

5. *Técnicas y métodos de estudios del cerebro y su funcionamiento.* El nivel inicial se encuentra entre los valores de 1 y 2, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 4 y 5 (figura 4).

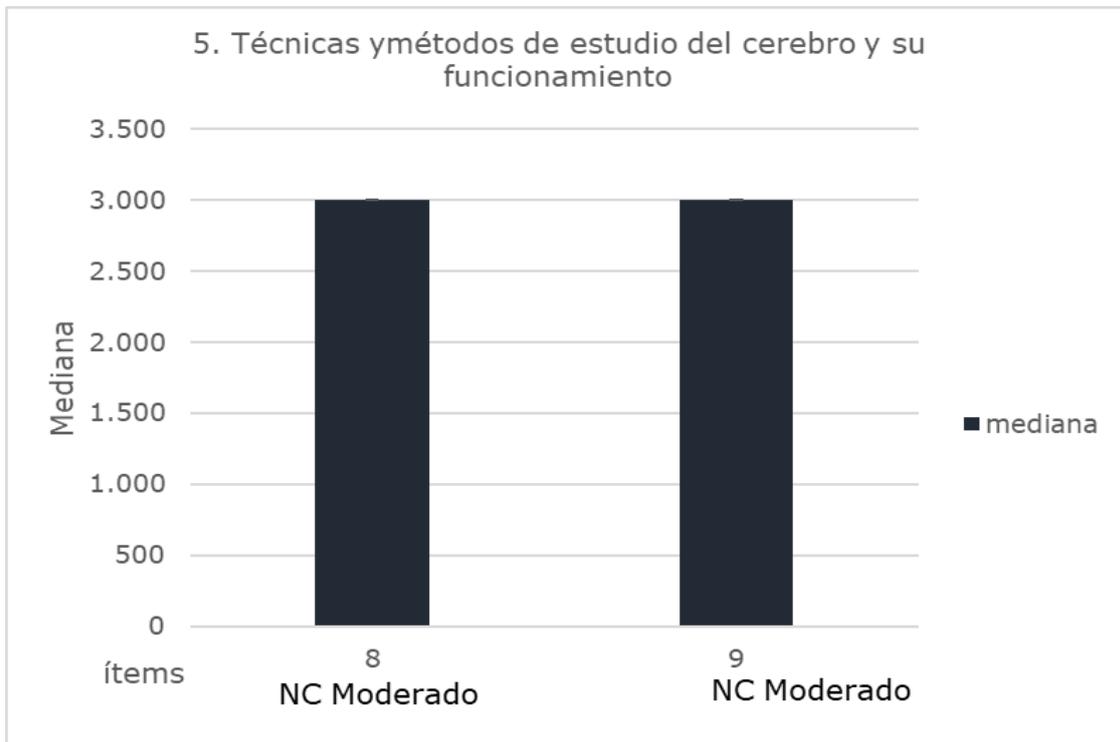


Figura 5. Gráfica de la mediana con los ítems de la subcategoría.

La gráfica muestra que solo el 43% de los docentes están de acuerdo en que las técnicas de neuroimagen pueden identificar la plasticidad cerebral y mejorar la educación. Sin embargo, el 42% de los docentes no están familiarizados con estos procesos. Además, solo el 38% de los docentes reconocen que las técnicas interdisciplinarias como fMRI, PET y MEG pueden generar un cambio de paradigma en la enseñanza y comprender su uso y aplicación.

6. *Dominio socioafectivo.* El nivel inicial se encuentra entre los valores de 1 y 2, el nivel moderado en 3, y el nivel referente entre 4 y 5 (figura 6).

Si bien cerca del 73% de los docentes reconoce que la gestión de las emociones es importante, también el que no poseen suficiente conocimiento sobre la manera de abordarla en el aula universitaria. Ahora, para el ítem 15, no hay un total reconocimiento de las condiciones, factores y variables que la profesión docente puede desencadenar en la salud mental y física y que con base en ese conocimiento articulen, diseñen y planeen el trabajo diario en la universidad.

Objetivo 2: Comprobar si existen diferencias significativas en las concepciones en función del género.

Se recopilaron los estadísticos descriptivos, tal como aparecen en el Anexo 2 y, además, se realizó una prueba de Mann Whitney para variable de agrupación de género, cuyos valores fueron superiores a $p > 0.05$, lo que advierte que no hubo diferencias significativas en relación con el género en las respuestas. Además, se realizaron las pruebas de potencia junto al

grado de significación y todas las correlaciones fueron significativas al 1% de error tipo I e inferiores al 20% con error tipo II. Esto indica que todas las respuestas estuvieron muy relacionadas entre sí y que las propiedades psicométricas fueron adecuadas.

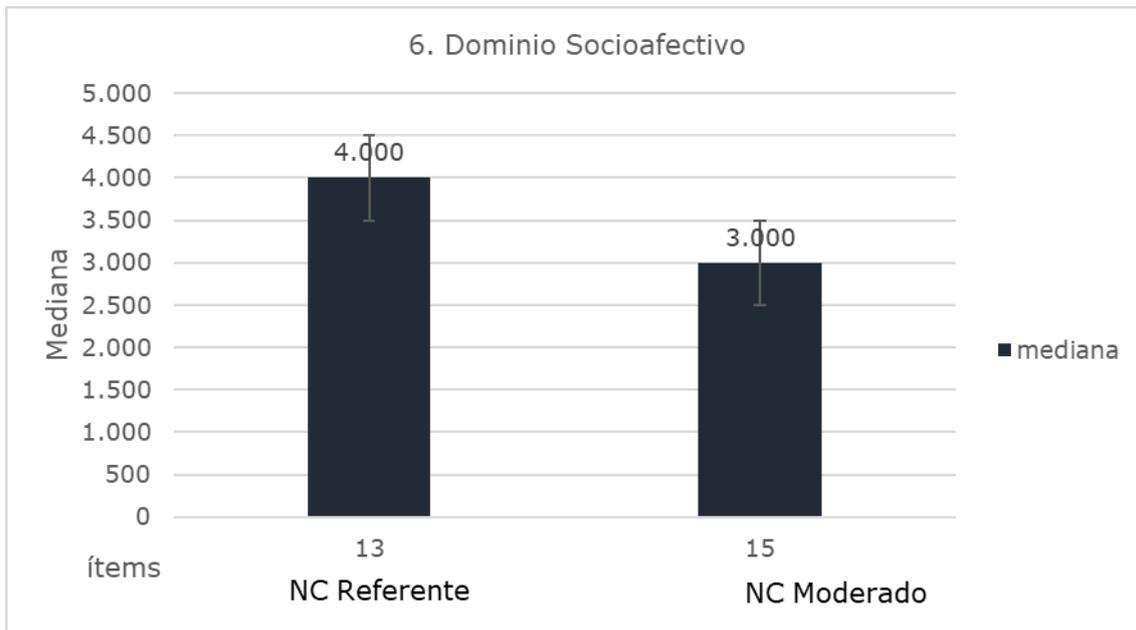


Figura 6. Gráfica de la Mediana con los ítems de la subcategoría.

Discusión

Respecto a nuestro primer objetivo, identificar el nivel de complejidad sobre las concepciones docentes y sus relaciones con el desarrollo profesional, el presente estudio sugiere que, para la mayoría de las proposiciones tanto de neurociencia como de conocimiento didáctico, el nivel de complejidad no alcanza valores referentes, coincidiendo con lo publicado por Howard-Jones et. al (2020), quienes encontraron divergencias en las concepciones de los conceptos científicos y los performativos sobre la enseñanza. Los resultados estadísticos indican una tendencia a la no inclusión de perspectivas didácticas y metodológicas en su práctica, lo que deriva en la necesidad de la función reflexiva, como sugieren Garmendia et al. (2014), en torno a procesos de formación que la posibiliten y que permita adecuaciones en las estrategias de enseñanza. Es decir, se necesita un desarrollo profesional para la mejora docente que permita el diseño de escenarios adecuados para el aprendizaje (Han et al., 2019), lo que abre la posibilidad de instar al fortalecimiento didáctico en programas de formación con enfoques diferenciales.

En relación con su conocimiento sobre neurociencia cognitiva, se ubicaron en niveles moderados, con escaso acercamiento a los conceptos específicos de este campo, coincidente con los hallazgos de otros autores (Canbulat y Kiriktas, 2017; Grospietsch y Mayer, 2020), quienes identificaron en su estudio que, en la mayoría de los docentes en ejercicio y en formación persiste un conocimiento escaso o erróneo lo cual permea sus prácticas educativas. No obstante, advierten que esta disciplina presenta hallazgos útiles para la educación, lo cual indica una posible inquietud sobre si la neurociencia pudiera contribuir a su desarrollo profesional y su pertinencia

de inclusión en torno a la promoción y prevención de este dominio a nivel de programas institucionales.

Respecto a la comprensión de técnicas interdisciplinarias para el procesamiento de señales e imágenes cerebrales, se ubicaron en un nivel moderado, coincidente con Vaugh et al. (2020), quienes aconsejan posicionar nuevas formas metodológicas en la enseñanza, aunque coinciden en que, los cambios en las concepciones y conceptos deben seguir un proceso de articulación y acomodación mediada por el funcionamiento ejecutivo. Porque, no basta solo con conocer la funcionalidad y los constructos teóricos, sino las implicaciones que la transdisciplinariedad otorga cuando se incorpora a la práctica de las disciplinas inmersas, en este caso al campo educativo.

Seguidamente, identificamos que los profesores incluyen más problemas de corte teórico que aquellos que asocian el contexto o problemas socialmente relevantes, lo que implicaría, como señalan Silvera et al. (2018), la necesidad y adecuación de propuestas de corte interdisciplinario para la transformación de los contextos de acuerdo con sus problemas y dinámicas y que se deben contemplar en los programas de fortalecimiento didáctico para los docentes universitarios. Esto es conducente a inferir que se sigue otorgando un rol protagónico a la experimentación y al uso de laboratorios desde las maneras tradicionales, replicando de forma canónica las actividades de comprensión de los problemas científicos en el aula.

Por su parte, centrándonos en la variable socioafectiva, se puede inferir que el poco dominio de esta dimensión podría afectar a las actividades de desarrollo docente, a este respecto, Pérez-Escoda et al. (2013), advierten que, también en el ámbito educativo, es posible encontrar sintomatologías asociadas al estrés, agotamiento y falta de motivación relacionadas con el desempeño de su ejercicio.

En lo que respecta al segundo objetivo, comprobar si existen diferencias significativas en las concepciones en función del género, los resultados demostraron que no las hubo. Concuera con hallazgos de estudios como los de Soria-Aldavero et al. (2023). Este resultado connota un sentido de validez sobre la percepción dicotómica y estereotipada de narrativas conducentes a jerarquías sobre el conocimiento entre hombres y mujeres.

Conclusiones

En conclusión, el análisis basado en la complejidad de las declaraciones fue un indicador predictivo y relacional sobre el conocimiento didáctico que traían consigo los profesores universitarios participantes del estudio y cómo este transita entre lo que implica la percepción que tienen sobre lo que consideran de su práctica y los conceptos que demandan adecuaciones e inserciones en los programas de desarrollo profesoral. Este hallazgo esgrime los resultados en términos de complejidad como un modelo a considerar para el fortalecimiento de su conocimiento didáctico y el mejoramiento de la práctica en términos holistas para la enseñanza de las ciencias en educación superior.

Algunas limitaciones del estudio estuvieron asociadas a las pocas investigaciones que refieren este abordaje con profesores universitarios. Finalmente, establecer las concepciones que los docentes presentaron sobre

estas categorías permitió diseñar un programa de formación basado en dichos contenidos con el propósito de analizar su incidencia en el desarrollo profesional y en el proceso de mejoramiento para la enseñanza de las ciencias.

Referencias bibliográficas

Biggs, J. (2005). *Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does*. 2.^a ed. Buckingham: SRHE and Open University Press.

Borko, H., & Putnam, R. T. (1996). Learning to teach. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 673-708). New York: Macmillan.

Buttelmann, F., & Karbach, J. (2017). Development and plasticity of cognitive flexibility in early and middle childhood. *Frontiers in psychology*, 8, 1040. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01040>

Briceño, J. J., Benarroch, A. y Marín, N. (2013). Coherencia epistemológica entre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios colombianos. Comparación de resultados con profesores chilenos y españoles. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 55-74. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n2.741>

Briceño Martínez, J. J., & Benarroch Benarroch, A. (2013). Concepciones y creencias sobre ciencia, aprendizaje y enseñanza de profesores universitarios de ciencias. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 8(1), 24-41.

Canbulat, T., & Kiriktas, H. (2017). Assessment of educational neuromyths among teachers and teacher candidates. *Journal of Education and Learning*, 6(2), 326-333. <http://doi.org/10.5539/jel.v6n2p326>

Clement, N. D., & Lovat, T. (2012). Neuroscience and education: Issues and challenges for curriculum. *Curriculum Inquiry*, 42(4), 534-557. <https://doi.org/10.1111/j.1467-873X.2012.00602.x>

Coch, D (2018). Reflections on Neuroscience in Teacher Education, *Peabody Journal of Education*, 93(3), 309-319, <https://doi.org/10.1080/0161956X.2018.1449925>

Chang, M. L. (2009). An appraisal perspective of teacher burnout: Examining the emotional work of teachers. *Educational psychology review*, 21, 193-218. <https://doi.org/10.1007/s10648-009-9106-y>

Creswell, J. W. et Clark, V. L. P. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2e éd.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

De Jong, T., Van Gog, T., Jenks, K., Manlove, S., Van Hell, J., Jolles, J., Jeroen, J. Van Merriënboer, G., Van Leeuwen, T., & Boschloo, A. (2008). *Explorations in learning and the brain: On the potential of cognitive neuroscience for educational science*. The Hague (NL): Netherlands Organization for Scientific Research. Retrieved from <https://repository.uibn.ru.nl/handle/2066/77069>

Desimone, L. M. (2009). *Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures*.

Educational Researcher, 38(3), 181-199.
<https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>

Dubinsky, J. M. (2010). Neuroscience education of preK-12 teachers. *Journal of Neuroscience*, 30, 8057-8060.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2322-10.2010>

Ferrán, M. (1996). SPSS para-Windows. Programación y análisis estadístico. Madrid: McGraw-Hill.

Fischer, K. (2009). Mind, brain, and education: Building a Scientific Groundwork for Learning and Teaching. *Mind, Brain, and Education*, 3(1), pp. 3-16. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1751-228X.2008.01048.x>

Fraser, S. (2016). Pedagogical Content Knowledge (PCK): Exploring its Usefulness for Science Lecturers in Higher Education. *Research in Science Education*, 46(1), 141-161. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9459-1>

García, M. M., Iglesias, S., Saleta, M., & Romay, J. (2016). Riesgos psicosociales en el profesorado de enseñanza universitaria: diagnóstico y prevención. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 32(3), 173-182. <https://doi.org/10.1016/j.rpto.2016.07.001>

García, M. B., & Martín, S. S. (2017). Identificación de concepciones de profesores universitarios sobre la enseñanza y la evaluación. *Revista Docencia Universitaria*, 18(1), 81-103. Recuperado a partir de <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/7316>

Gargallo, B., Fernández, A. y Jiménez, M. A. (2007). Modelos docentes de los profesores universitarios. *Teoría de la Educación*, 19(1), 167-189. <http://dx.doi.org/10.14201/teri.3256>

Garmendia, M., Barragués J. I., Zuza K. y Guisasola J. (2014). Proyecto de formación del profesorado universitario de Ciencias, Matemáticas y Tecnología, en las metodologías de Aprendizaje Basado en Problemas y Proyectos. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 113-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.911>

Garritz, A. (2014). Creencias de los profesores, su importancia y cómo obtenerlas. *Educación química*, 25(2), 88-92. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(14\)70529-4](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(14)70529-4)

Green, C.S., Bavelier, D., Kramer, A.F., Vinogradov, S., Ansorge, U., Ball, K.K., ... & Witt, C.M. (2018). Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(2), 2-29. <https://doi.org/10.1007/s41465-018-0115-y>

Grospietsch, F., & Mayer, J. (2020). Misconceptions about neuroscience-prevalence and persistence of neuromyths in education. *Neuroforum*, 26(2), 63-71. <https://doi.org/10.1515/nf-2020-0006>

Han, H., Soylu, F., & Anchan, D. M. (2019). Connecting levels of analysis in educational neuroscience: A review of multi-level structure of educational neuroscience with concrete examples. *Trends in Neuroscience and Education*, 17(July), 100113. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2019.100113>

Howard-Jones, P., Jay, T., & Galeano, L. (2020). Professional development on the science of learning and teachers' performative thinking—a pilot study. *Mind, Brain, and Education*, 14(3), 267-278. <https://doi.org/10.1111/mbe.12254>

Ibarra Sáiz, M. S., & Rodríguez Gómez, G. (2010). Aproximación al discurso dominante sobre la evaluación del aprendizaje en la universidad. *Revista de educación*.

Imbernón, F. (2020). Desarrollo personal, profesional e institucional y formación del profesorado. Algunas tendencias para el siglo XXI. *Revista Currículum*, 33, 49-67

Litwinczuk, M.C., Trujillo-Barreto, N., Muhlert, N., Cloutman, L., & Woollams, A. (2023). Relating Cognition to both Brain Structure and Function: A Systematic Review of Methods. *Brain Connect*, 13, 120-132. <http://doi.org/10.1089/brain.2022.0036>

Marcelo, C. (2009). La evaluación del desarrollo profesional docente. *Aprendizaje y desarrollo profesional docente*, 119-128.

Mellado Jiménez, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.

Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila-Acedo, Ma. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>

McDonald, R. P. (1999). *Test theory: A unified treatment*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Palghat, K., Horvath, J. C., & Lodge, J. M. (2017). The hard problem of 'educational neuroscience'. *Trends in Neuroscience and Education*, 6, 204-210. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2017.02.001>

Patten, K. E., & Campbell, S. R. (Eds.). (2011). *Educational Neuroscience: Initiatives and Emerging Issues* (Vol. 25). John Wiley & Sons.

Pérez-Escoda, N., Filella, G., Soldevila, A., & Fondevila, A. (2013). Evaluación de un programa de educación emocional para profesorado de primaria. *Educación XXI*, 16(1), 233-253. <https://doi.org/10.5944/educxx1.16.1.725>

Pineda Alfonso, J. A. y Duarte Piña, O.M. (2020). Las concepciones pedagógicas del profesorado universitario: un punto de partida para el cambio docente. *Educación XXI*, 23(2), 95-118. <https://doi.org/10.5944/educXX1.25409>

Porlán, R., Delord, G., Hamed, S., & Rivero, A. (2020). El cambio de las concepciones y emociones sobre la enseñanza a través de ciclos de mejora en el aula: un estudio con profesores universitarios de ciencias. *Formación universitaria*, 13(4), 183-200. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000400183>

Redín, C. I., & Erro-Garcés, A. (2020). Stress in teaching professionals across Europe. *International Journal of Educational Research*, 103, 101623. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2020.101623>

Renés Arellano, P., Echeverry, L. M., Chiang Salgado, M. T., Rangel, L., & Martínez Geijo, P. (2013). Estilos de enseñanza: un paso adelante en su conceptualización y diagnóstico. (En función de los Estilos de Aprendizaje de Alonso, Gallego y Honey, 1994). <http://hdl.handle.net/10902/24864>

Samuelowicz, K., Bain, J.D. Revisiting academics' beliefs about teaching and learning. *Higher Education* 41, 299–325 (2001). <https://doi.org/10.1023/A:1004130031247>

Silvera, A., Garcés, L.F. y Pineda, M., (2018). Una reflexión pedagógica del Derecho (parte I): Proyección de competencias y contextos de enseñanza. *Espacios*, 38 (23).

Soria-Aldavero, E., Martínez-Huertas, J.A., Rodríguez-Navarro, H. & García-Celay, I.M. (2023). Adaptación de una escala de Habilidades Socioemocionales para profesorado de Educación Infantil, Primaria y Secundaria. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(2), 87-101. <https://doi.org/10.6018/reifop.558931>

Schwartz, M. S., Hinesley, V., Chang, Z., & Dubinsky, J. M. (2019). Neuroscience knowledge enriches pedagogical choices. *Teaching and Teacher Education*, 83, 87-98. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.04.002>

Talanquer, V. (2014). Conocimiento didáctico del contenido y progresiones de aprendizaje. En A. Garritz, G. Lorenzo y S. Daza-Rosales (coords.), *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana* (pp. 206-225). Saarbrücken, Alemania: Editorial Académica Española.

Terigi, Flavia. (2016). Sobre aprendizaje escolar y neurociencias. *Propuesta educativa*, (46), 50-64. Recuperado en 18 de febrero de 2024, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1995-77852016000200006&lng=es&tlng=es.

Thomas, MS, Ansari, D. y Knowland, VC (2019). Revista anual de investigación: Neurociencia educativa: avances y perspectivas. *Revista de Psicología y Psiquiatría Infantil*, 60 (4), 477-492.

Turner, J. H., & Stets, J. E. (2005). *The sociology of emotions*. Cambridge University Press.

Uitto, M., Jokikokko, K. y Estola, E. (2015). Virtual specialissue on teachers and emotions in Teaching and teacher education (TATE) in 1985-2014. *Teaching and Teacher Education*, 50, 124-135. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2015.05.008>

Vaillant, D. (2016). Trabajo colaborativo y nuevos escenarios para el desarrollo profesional docente. *Revista docencia*, 60, 5-13.

Vaughn, A. R., Brown, R. D., & Johnson, M. L. (2020). Understanding conceptual change and science learning through educational neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, 14(2), 82-93. <https://doi.org/10.1111/mbe.12237>

Valk, S. L., Bernhardt, B. C., Trautwein, F. M., Böckler, A., Kanske, P., Guizard, N., & Singer, T. (2017). Structural plasticity of the social brain: Differential change after socio-affective and cognitive mental training. *Science Advances*, 3(10), e1700489. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700489>

Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: ted*, 46, 15-37.

Vázquez-Bernal, B., Mellado Jiménez, V. & Jiménez-Pérez, R. (2021). The long road to shared PCK: A science teacher's personal journey. *Research in Science Education*, 51(5). <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10028-4>

Villegas-Reimers, E. (2003). Teacher professional development: an international review of the literature.