

Interdisciplinariedad en un programa de formación inicial de profesores de matemáticas: Un estudio documental

Alexander Castrillón-Yepes¹
Paula Andrea Rendón-Mesa²
Jhony Alexander Villa-Ochoa³
Universidad de Antioquia, Colombia

En una sociedad compleja y globalizada, los retos y los problemas exigen una atención que trascienda las fronteras disciplinarias. Para hacerlo, diversos investigadores y actores de política pública han defendido la integración de la interdisciplinariedad en la formación profesional, la investigación y el mundo laboral. La formación de profesores ha sido un foco de interés, ya que desempeñan un papel crucial en la incorporación de la interdisciplinariedad en la cotidianidad escolar. Actualmente, en educación matemática, el estudio de programas, estrategias y procesos que contribuyan a este propósito es un tema de debate e investigación. Por tanto, a partir de un análisis de contenido a los documentos curriculares, este estudio tiene como objetivo identificar las oportunidades que tiene un programa de licenciatura para promover la interdisciplinariedad en la formación inicial de profesores de matemáticas. Se realiza un proceso de codificación, a partir del cual se consolidan dos categorías: una referida a las oportunidades en relación con *los roles de la interdisciplinariedad en la formación inicial de profesores de matemáticas*, y otra en relación con *estrategias y lugares donde puede tener presencia la interdisciplinariedad*. Entre los resultados se plantea que el programa tiene oportunidades para promover la interdisciplinariedad como objeto de/para la investigación, orientadora de estrategias de enseñanza y fin de la formación; además, se resaltan las oportunidades actuales y potenciales en diferentes espacios específicos del programa. Los resultados sugieren que es necesaria mayor claridad conceptual y metodológica en términos de la presencia de la interdisciplinariedad en el programa, y de explorar otros medios y fuentes que permitan reconocer vías en las que pueda tener presencia.

¹ Licenciado en Matemáticas y Física, y Estudiante de doctorado en educación. Contacto: alexander.castrillony@udea.edu.co

² Licenciada en Matemáticas y Física, Magíster en Educación y Doctora en Educación. Contacto: paula.rendon@udea.edu.co

³ Licenciado en Matemáticas y Física, Magíster en Educación y Doctor en Educación. Contacto: jhony.villa@udea.edu.co

1. INTRODUCCIÓN

Los rápidos desarrollos en los ámbitos científicos, tecnológicos, sociales y culturales demandan la superación de una mirada netamente disciplinar para contemplar las posibilidades que ofrece el trabajo entre diferentes disciplinas. La educación ha ocupado un lugar especial en la discusión con respecto a la integración de diferentes disciplinas, ya que se le asigna la tarea de preparar personas que puedan asumir retos en el ámbito profesional; pero, también, porque se considera que, al promover vínculos entre disciplinas se posibilitan aprendizajes y solución de problemas. En esta línea, parte del discurso en educación se ha concentrado en la interdisciplinariedad como fundamento de estas relaciones.

La interdisciplinariedad ha tenido diversas comprensiones en educación [1, 2]. En una reciente revisión de literatura [2], los investigadores encontraron que, aun cuando hay acuerdo en que la interdisciplinariedad refiere a la interacción entre al menos dos disciplinas, es necesario reflexionar acerca de los elementos comunes en las conceptualizaciones del término y los matices que estos presentan. En este sentido, los autores reconocen tres categorías: proceso, integración disciplinar y solución a problemas complejos. En términos del proceso, se menciona que la interdisciplinariedad determina maneras de pensar y hacer; con respecto a la integración disciplinar, se destaca que es un nivel de integración donde hay cooperación e interacción entre disciplinas, en esta alusión también se emplean términos como *intercambio* o *interrelación*; por último, las relaciones entre disciplinas se ponen al servicio de la solución de problemas, a partir de aspectos como leyes, teorías, hechos, conceptos, métodos, saberes, entre otros.

En esas tres categorías, el interés por promover la interdisciplinariedad genera cuestionamientos por los roles de las disciplinas y la especialización del conocimiento, la naturaleza disciplinar, y las relaciones entre las disciplinas. Aunque aún no es claro en la literatura cuáles son las acciones que implica la interdisciplinariedad como proceso, en [3] se defiende que, en función de los problemas que se pretendan resolver, el conocimiento disciplinar y la interdisciplinariedad pueden verse como complementarios. Asimismo, en [4, 5] se arguye que la historia de la ciencia muestra que la especialización del conocimiento (enfocado en la parcelación de la realidad y los conocimientos que sobre ella se producen) y la interdisciplinariedad (como intento de traspasar las barreras entre las disciplinas) se pueden complementar. Esta visión complementaria admite un ámbito en el que se respeta la identidad disciplinar, se reconoce su carácter dinámico y cambiante, al tiempo que se manifiestan esas relaciones, intercambios o interrelaciones entre disciplinas.

En términos de la interdisciplinariedad también existe una discusión en torno a la enseñanza y el aprendizaje de disciplinas específicas. En especial, en el campo de la educación matemática se han planteado discusiones frente a la relación y las contribuciones del conocimiento específico para la enseñanza (matemáticas) y la interdisciplinariedad [6]. En estas discusiones, la presencia de la interdisciplinariedad, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas, se justifica a partir de aspectos históricos, epistemológicos, curriculares y por los resultados de la propia investigación en educación matemática, ya que, desde sus orígenes, las matemáticas han tenido relaciones con otras disciplinas como la filosofía, la física, la astronomía. Estas relaciones han enriquecido tanto la comprensión de las matemáticas como su desarrollo.

Aunque el conocimiento disciplinar aboga por una especialización, verlo en complementariedad con la interdisciplinariedad ofrece una oportunidad no solo para profundizar en la disciplina misma, sino también, para co-construirse y expandirse con otras disciplinas escolares. En Colombia, se propone que en la Educación Básica y Media (6-18 años) el pensamiento matemático puede desarrollarse a partir de problemas externos a las matemáticas, los cuales brindan contextos interdisciplinarios de interés [7].

Sin embargo, estudios recientes sugieren no reducir la interdisciplinariedad solo al uso de contextos sino, explorar otras oportunidades en relación con procesos, complementariedades, finalidades, desarrollo de capacidades, conocimientos e impactos [8, 9]. Aun cuando la interdisciplinariedad es un aspecto clave en el desarrollo del pensamiento matemático [7], se requiere promover en la enseñanza de las matemáticas y la formación de profesores otras relaciones, no solo en la ilustración de aplicaciones, sino en la colaboración entre disciplinas para la resolución de problemas.

Uno de los actores clave para integrar la interdisciplinariedad en educación son los profesores; por tanto, su formación, comienza a ser el centro en diferentes investigaciones [1, 10]. En los programas de formación de profesores confluyen procesos, procedimientos, conocimientos y perspectivas de múltiples disciplinas que vale la pena reconocer. Un estudio reciente [11] informa que en el plan de estudios de un programa de formación de profesores de filosofía se reconocen modos de interdisciplinariedad entre la pedagogía y la filosofía.

Los autores reportan que existen diferentes propuestas de modelos para la articulación curricular según el rol de cada disciplina en las relaciones que se promueven, a partir de ello afirman que, si bien en algún momento de su programa se promovió un currículo integrado (a partir de espacios concretos del plan de estudios que procuraban relaciones entre disciplinas con objetos comunes de indagación), la nueva versión del plan de estudios optó por un currículo disciplinar (donde se procuró distinguir las disciplinas para fortalecerlas), sin que ello implique la ausencia de interdisciplinariedad. El autor plantea que *el currículo disciplinar, por sí mismo, no ha sido un obstáculo para la interdisciplinariedad. A la vez, el currículo integrado tampoco la ha garantizado.*

En otros programas de formación de profesores se podría indicar que interactúan varias disciplinas, por ejemplo, matemáticas, pedagogía, ciencias y didáctica de las ciencias (formación de profesores de ciencias); o pedagogía, matemáticas y educación matemática (formación de profesores de matemáticas). A pesar esta característica multidisciplinar, no es claro cómo estos componentes pueden interactuar para promover un desarrollo profesional en el que los profesores no solo integren los conocimientos de las diferentes disciplinas estudiadas, sino que, además, promuevan un futuro desempeño profesional en que integre la interdisciplinariedad.

En este último aspecto, la interdisciplinariedad se convierte en un componente del conocimiento profesional del profesor, y, por tanto, existe un llamado a reconocer su naturaleza y formas de desarrollarlo en los profesores [12-14]. Esta necesidad cobra especial relevancia, porque en la mayoría de los países, la formación de profesores privilegia la formación disciplinar; por tanto, la interdisciplinariedad queda reducida a simple presencia de contextos o potenciales acciones que pocas veces se ejecutan al interior de los cursos; también porque puede no reconocerse posibilidades de promover la interdisciplinariedad a partir de las disciplinas específicas [11, 15].

En coherencia con ello, en este estudio se ofrece respuesta a la pregunta de investigación: ¿Cuáles oportunidades para promover la interdisciplinariedad se presentan en los documentos curriculares de un programa de formación inicial de profesores de matemáticas?

2. MARCO REFERENCIAL

Las necesidades del mundo contemporáneo demandan de la interdisciplinariedad en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas [16]. En esta línea, se acentúa un reconocimiento de estrategias, enfoques, teorías, conceptualizaciones u orientaciones para que la interdisciplinariedad tenga presencia en la enseñanza de las matemáticas y se establezcan relaciones con otras disciplinas. La formación de profesores para asumir la interdisciplinariedad es un aspecto central para que se puedan atender estas demandas del mundo actual.

A pesar de que la demanda por una formación en y para la interdisciplinariedad ha sido un reiterado llamado en la literatura de investigación, estudios señalan que su presencia es un desafío debido a su ausencia en la formación de profesores y a la inexistencia de cursos específicos para prepararlos [17]. Es decir, suele atribuirse a la formación mono-disciplinar de los profesores la poca prevalencia de la interdisciplinariedad en sus prácticas de enseñanza y se arguye la importancia de posibilitar la interacción con otros futuros profesores [13, 15].

No obstante, la especialización no tendría por qué limitar la interdisciplinariedad, más bien, como lo plantea [6] es necesario estudiar las condiciones particulares de las matemáticas en relación con la interdisciplinariedad y, de la misma manera, los aportes de la interdisciplinariedad a las matemáticas, en este

caso, asociadas a la enseñanza. En coherencia con ello, estudios donde se reconozca la especificidad de las matemáticas en la formación de profesores y las oportunidades para el desarrollo de procesos interdisciplinarios todavía son requeridos [6, 18].

Es preciso formar a los profesores de matemáticas para asumir la interdisciplinariedad en tanto se asume que el tipo de experiencias que tengan durante su formación que tienen incide en el desarrollo de prácticas interdisciplinarias [15]. En algunos trabajos se reconocen retos para la formación de estos profesores, entre ellas: visiones de la interdisciplinariedad que se restringen al empleo de varias disciplinas, sin considerar sus relaciones o sus vínculos; también limitaciones en términos de la confianza o de los conocimientos para hacerla efectiva en los procesos de enseñanza, la falta de espacios de articulación entre profesores de diferentes disciplinas y el trabajo colaborativo [13, 14, 18-20]. Los desarrollos para atender estos retos incluyen planteamientos relacionados con el conocimiento del profesor, estrategias para hacerla efectiva y discusiones a las maneras en que se podrían formar a los profesores para asumir este desafío [12, 16, 21].

En [12] se define el conocimiento pedagógico interdisciplinario del contenido IPCK, como la capacidad de los profesores para: aplicar métodos y actividades temáticas que permitan tratar varias asignaturas de manera simultánea, el conocimiento de maneras en que se puede desarrollar exploraciones interdisciplinarias en los procesos de enseñanza, la identificación de conexiones dentro y entre asignaturas concretas, de tal manera que pueda desarrollar lecciones a partir de ellas, entre otras. En ese estudio, se realizó una implementación de una serie de *actividades interdisciplinarias ejemplares*, con conexiones entre matemáticas y artes, de tal manera que posibilitara una *pedagogía integrada entre matemáticas y ciencias* en los futuros profesores. La participación y la evaluación de actividades ejemplares en este trabajo impactó positivamente en los conocimientos pedagógicos interdisciplinarios en los futuros profesores y permitió que estos aplicaran actividades del currículo de ciencias para diseñar lecciones que contribuyan a la conceptualización de las matemáticas. Este último aspecto llama la atención con respecto a los posibles roles que puedan asumir las matemáticas y otras disciplinas cuando se emplea la interdisciplinariedad y a manera en que se articula a los propósitos educativos planteados.

Aunque los ejemplos muestran maneras concretas en que la interdisciplinariedad tiene presencia en diferentes contextos, en [21] se llama la atención por promover relaciones profundas entre las disciplinas, más allá de presentar ejemplos interesantes. Los investigadores reconocen metodologías que pueden favorecer la interdisciplinariedad y que se emplean en la educación STEM, entre ellas se encuentra el diseño ingenieril, el pensamiento computacional, la indagación, el aprendizaje basado en proyectos y la modelación matemática. En su trabajo, utilizan la modelación matemática para el estudio del calentamiento del agua con futuros profesores de matemáticas, identifican posibilidades para ampliar el significado de las matemáticas en el estudio de un fenómeno físico; también reconocen oportunidades para integrar STEM y mencionan que es necesario considerar otras conexiones entre las disciplinas en futuros estudios (otras posibilidades en [22]).

Por su parte, en [16] se emplea una estrategia denominada *Laboratorios Interdisciplinarios Globales* GIL, para promover la interdisciplinariedad en profesores de matemáticas; a partir de esta estrategia se espera superar la problemática disciplinaria donde se separa las ciencias y las humanidades. Estos laboratorios se orientan a la *creación de interacciones fructíferas, equilibradas y críticas entre disciplinas* y se caracterizan por contar con una *unidad docente interdisciplinaria*, un equipo de profesores de diversas disciplinas que trabajan juntos para desarrollar las actividades en una de sus clases. Estos GIL funcionan de manera cíclica, a partir de cinco fases: en la primera (*planning*) se elige un tema transversal (posibilidad de estudio en función de la disciplina) y se forma un grupo de trabajo interdisciplinario que incluye profesores e investigadores de diferentes disciplinas, aquí se identifican aspectos como conocimientos disciplinarios e interdisciplinarios requeridos por los profesores y consideraciones educativas frente a la *transposición* del GIL en un aula; en la segunda (*teacher training*), los investigadores planifican actividades para formar a los profesores (en aspectos teóricos y prácticos) y se planifican actividades para el aula; en la tercera (*teaching*), cada unidad implementa en sus clases las actividades diseñadas; en la cuarta (*debating*), la unidad y los investigadores discuten los logros de la implementación; finalmente, en la última (*updating*) se realizan replanteamientos al laboratorio y los diseños para generar una nueva versión.

Para [16], los GIL demuestran ser efectivos para establecer vínculos entre el trabajo escolar y los problemas de la sociedad, que permitan trascender el hecho de estar informados y posibiliten la toma de conciencia de las herramientas disponibles para enfrentarlos y cómo emplearlas de manera colaborativa. No obstante, la puesta en práctica de este tipo de propuestas depende de la manera en que se presenta a los profesores y requiere de condiciones técnicas, académicas e institucionales que no se presentan en otros contextos, por lo cual es pertinente hacer ajustes a estas iniciativas o considerar otras posibilidades para la formación de profesores que se adecuen a los medios de los cuales disponen.

En [6, 17] se emplea el término *Educación Matemática Interdisciplinaria* EMI para hacer referencia a un reciente campo de estudio que busca conectar las matemáticas con otras disciplinas. En [17] se plantea que en la EMI los estudiantes deben entender los vínculos entre las disciplinas y sugiere que los profesores deben ser preparados para implementarla, *hasta ahora, no hay o solo unos pocos cursos en todo el mundo, que se ofrecen específicamente para EMI. Esta es la razón por la cual EMI rara vez está en la escuela. Por lo tanto, tenemos que hacer más en la formación de profesores para que los estudiantes de la escuela finalmente se beneficien de EMI.* En este sentido, la EMI para la autora es un tema de relevancia para la formación de profesores, pero también un aspecto que requiere implementación en el ámbito escolar. A pesar de ello, la creación de nuevos cursos o cualquier otra estrategia de formación de profesores no garantizan por sí solos que la interdisciplinariedad tenga presencia en la escuela; las maneras en que se pueda hacer efectiva dependen de las condiciones de los programas de formación de profesores, sus propósitos de formación, sus perfiles profesionales y sus estructuras curriculares, entre otros.

El estudio de programas actuales de formación inicial de profesores de matemáticas ofrece herramientas para comprender las maneras en que la interdisciplinariedad tiene (o puede tener) presencia en estos espacios, teniendo en cuenta sus condiciones particulares. Además, delimitar los aportes que las matemáticas pueden ofrecer al trabajo interdisciplinario en la formación de estos profesionales contribuye a la discusión de las oportunidades y los roles que las matemáticas pueden asumir al relacionarse con otras disciplinas; este trabajo se propone contribuir en esta línea. Para hacerlo, el documento se estructura en cuatro apartados adicionales: en el primero se presentan referentes conceptuales de investigación relacionadas con términos como disciplina y disciplinariedad, interdisciplinariedad en educación y, específicamente, en educación matemática. En el segundo, se describe la ruta metodológica adoptada para responder a la pregunta y la elección del análisis de contenido como método para el estudio. En el tercero se describen los principales resultados del estudio, discusiones y limitaciones con base en los reportes de investigación. Finalmente, se reportan las conclusiones con dos focos, uno relacionado con la formación de profesores y otro con la investigación en educación matemática.

3. MARCO CONCEPTUAL

Los antecedentes que se presentan en este trabajo se enfocan en comprender y delimitar aspectos relacionados con las oportunidades para promover la interdisciplinariedad en un programa de formación inicial de profesores. Para ello, es relevante examinar términos clave como disciplina e interdisciplinariedad y sus comprensiones en el campo educativo.

3.1 La noción de disciplina

En términos etimológicos, la palabra disciplina proviene del latín *disciplina* (enseñanza), que deriva de *discipulus* (discípulo), por lo cual algunas definiciones plantean que disciplina refiere a la doctrina o la instrucción de una persona. En términos investigativos la disciplina no solo presenta una multiplicidad de definiciones, sino que, además, presenta un debate frente a la división y a la organización del conocimiento y su enseñanza [23, 24].

Según [25], el término *disciplina* tiene diferentes significados. En algunos casos, suele asociarse con obediencia a una autoridad y a un estilo de vida particular con sus reglas y sus designios, en beneficio de ideas, programas o instituciones; en esta línea, suele hablarse de disciplina militar, partidista, monástica, etc. En otros contextos, el término refiere a *una vida sometida al conocimiento y, entonces, se habla de disciplinas científicas, humanísticas o artísticas.* Así, para [25] las disciplinas surgen frente a las maneras en que se

enfocan ciertos elementos de la realidad que se quiere conocer. A pesar de ello, el empleo del término y su concepción ha cambiado durante los años, atribuyéndole un uso para indicar un sentido de concentración, dedicación, rigor y formación para producir, aprender o transmitir un saber. El autor menciona que:

[...] ampliar el significado de disciplina a un ámbito mayor que el restrictivo de disciplina de estudio, académica o científica, pues un espíritu disciplinado obedece no solo al saber racional y a la autoridad exterior, sino también a una forma de sentir, de experimentar, de pensar y de proyectar la vida; a unos ideales y a un estilo de vida que, a la vez, implican una forma específica de actuar en el mundo [25].

A su vez, [26] defiende que es posible pensar las disciplinas académicas a partir de las prácticas culturales que ellas mismas mantienen y crean. Por tanto, *las disciplinas académicas pueden ser vistas como una forma particular de división del trabajo y como un aspecto de la profesionalización de la ciencia*. En una perspectiva educativa, [27] plantea que la disciplinariedad se centra en elementos curriculares de organización de la enseñanza e involucra preguntas por el qué, el cómo y el para qué. En el documento se menciona que *las disciplinas académicas se identifican así principalmente con materias que aportan contenido y estructura a los currículos escolares y universitarios*.

Las anteriores consideraciones relacionadas con las disciplinas permiten identificar en la formación del profesor de matemáticas la presencia de disciplinas académicas, es decir, aquellas que se materializan como cursos de su programa y que constituyen la amalgama de conocimientos que deben adquirir para su desempeño profesional (por ejemplo: la didáctica, la pedagogía, la educación matemática y las matemáticas). Además, dentro de estos espacios y como parte de su formación, se encuentran discusiones que abordan las disciplinas escolares en términos del saber a ser enseñado (matemáticas).

Para [28], las prácticas de enseñanza y formación tienen sus especificidades que hacen que en el ámbito educativo las disciplinas escolares cuenten con su propia historia y autonomía en términos de su constitución y significado. De esta manera, es posible afirmar que estas refieren a elementos curriculares en términos de los saberes que se promulgan, pero también incluye sus formas de proceder, propósitos de formación y un sistema referencial que no se limita a las ciencias. Por lo tanto, se abordará en este trabajo un triple sentido de la disciplina: la académica, la escolar y la que se investiga (en este caso la Educación Matemática) para la formación del profesor en relación con un conocimiento que debe aprender y deberá enseñar en sus prácticas profesionales: las matemáticas; asimismo, las oportunidades que a partir de allí puedan identificarse para la promoción de la interdisciplinariedad en su formación.

3.2 Interdisciplinariedad en educación

La interdisciplinariedad se ha posicionado como una manera de atender a una formación integral y holística que permita superar las barreras entre las disciplinas. Este aspecto es necesario para la solución de problemas complejos y prepararse para un mundo cada vez más interconectado. Para entender el término, autores proponen diferenciarla de otras denominaciones asociadas a los diferentes niveles de integración entre disciplinas (o niveles de disciplinariedad). Por ejemplo, en [18, 29] la *mono-disciplinariedad* se refiere a la solución de problemas o de situaciones a partir de una sola disciplina. Así, se incorporan técnicas, métodos, instrumentos y conceptos que están relacionados con esa disciplina en particular. Por su parte, el término *multidisciplinariedad* implica la utilización de dos o más disciplinas para resolver un problema, sin que existan interacciones entre ellas; en contraste con la *interdisciplinariedad* que implica interacciones entre las mismas. Clarificar el tipo de interacciones y de relaciones, sus fundamentos, sus implicaciones para las delimitaciones disciplinarias siguen vigentes en educación.

Además de las relaciones que se presentan entre las disciplinas, existe una amplia terminología asociada a la interdisciplinariedad y diferentes campos de operacionalización del término. [30] defiende que esta situación no se puede desestimar, porque incluso en el uso indiscriminado del término pueden aparecer patrones de consenso con implicaciones en la teoría y en la práctica. La autora examina tipologías de la interdisciplinariedad para identificar dichos patrones y líneas divisorias. Al respecto, se destaca la integración como un criterio clave para la interdisciplinariedad, así que espacios donde la integración no tiene presencia suelen ser multidisciplinarios (en el trabajo se presentan otras denominaciones como pseudo interdisciplinariedad, interdisciplinariedad compuesta, interdisciplinariedad enciclopédica, entre otras).

Asimismo, defiende que el alcance de la interdisciplinariedad varía en función de la cantidad de disciplinas que se relacionan y la compatibilidad tanto de las metodologías, así como de sus paradigmas epistemológicos.

Los planteamientos de [30] se enmarcan en una visión general de la interdisciplinariedad, a partir de diferentes contextos y marcos epistemológicos, lo cual hace admisible reconocer que algunos de sus planteamientos se reflejan también en la formación de profesores y en los contextos universitarios y escolares. Así, aunque en [29] se reconoce que esta transferencia del empleo del término en unos dominios académicos a otros no es directa, sino que implica reinterpretaciones de contenidos, sentidos y alcances en diferentes contextos, [30] ofrece herramientas para identificar posibles oportunidades para la interdisciplinariedad en diferentes escenarios como el educativo. Entre estos aspectos se resaltan referencias al empleo de métodos o de conceptos de una disciplina en otra; el uso de términos como interactuar (*Interacting*), integrar (*integrating*), enfocar (*focusing*), mezclar o combinar (*blending*) y enlazar (*linking*) elementos de al menos dos disciplinas; la posibilidad de diferentes grados de influencia entre las disciplinas (auxiliar o suplementaria); finalmente, los procesos de resolución de problemas o de investigación como propicios para prácticas interdisciplinarias.

[3] asevera que es necesario un enfoque interdisciplinario en la enseñanza y el aprendizaje, el cual se establece en el intercambio o el relacionamiento entre dos o más disciplinas en los métodos, los procedimientos o los contenidos. Estos aspectos derivan en una diversidad de propósitos que puede atender la interdisciplinariedad, como maneras de organizar el trabajo en equipos (generalmente multidisciplinarios) y de las implicaciones en las formas de organización y de construcción del conocimiento. De esta manera, la interdisciplinariedad en educación consiste en:

[...] poner en relación (es decir establecer una correspondencia entre) dos o más disciplinas que se ponen en práctica en un mismo tiempo en los niveles curriculares, didácticos y operatorios que conducen al establecimiento de vínculos de complementariedad y de cooperación, de interpenetración o de acciones recíprocas entre ellas bajo diversos aspectos (finalidades, objetos de estudio, conceptos, nociones, pasos, habilidades técnicas, etc.). Estas interacciones tienen como meta favorecer la integración de los procesos cognitivos y de los saberes de los seres humanos. [...] Recurrir a la interdisciplinariedad es introducir condiciones favorables a la puesta en marcha de procesos integradores por parte de los seres humanos, acogiéndose a diversos ángulos de enfoques disciplinarios interrelacionados ya que no es el maestro el que debe integrar, sino más bien los estudiantes [9].

Con respecto a esta última afirmación, se indica que el estudiante no es el único que integra, sino que el profesor también debe hacerlo en sus diseños o sus planificaciones para poder propiciar el reconocimiento de estas relaciones. En [9] se destacan cinco puntos clave para cuando se desea actuar y pensar interdisciplinariamente. Primero, la interdisciplinariedad no es la adición de elementos disciplinarios, visión frecuente en educación al considerar enfoques temáticos, por lo que afirma que el tema no hace que la actividad sea interdisciplinaria. A pesar de esta afirmación, otros estudios usan temas transversales para la interdisciplinariedad [16]. En segundo lugar, se afirma que interdisciplinariedad no es más que un medio para promover la integración, así que no es una finalidad en sí misma; pese a ello, en función del rol que asuma la interdisciplinariedad en la formación de profesores, esta puede ser un fin (por ejemplo, cuando se asume como una competencia que se espera desarrollar). Tercero, la interdisciplinariedad concibe que todas las disciplinas escolares o científicas son importantes, esto sugiere cambiar la idea de que existen disciplinas más *complejas* que otras, visión que se presenta aún en varios trabajos en educación matemática (ver, por ejemplo, [12]). Cuarto, la interdisciplinariedad debe unir tres lógicas complementarias, una asociada al saber, otra al hacer y, por último, al ser. En un quinto lugar, la interdisciplinariedad requiere la colaboración entre los especialistas de las disciplinas.

De este último planteamiento se infiere que el trabajo con varios especialistas es una tarea necesaria, pero insuficiente en el trabajo interdisciplinar [5, 31]. Además, hay otros requerimientos para la integración de la interdisciplinariedad como complementariedad entre el saber disciplinar y el interdisciplinar, asumir problemas complejos y contemporáneos, la búsqueda de convergencias (más que marcar diferencias) entre las disciplinas, debate y aprendizaje mutuo [5, 9, 29, 31]. Considerar esta multiplicidad de elementos para la integración de conocimientos y de prácticas de diferentes disciplinas no es un proceso automático [13], esto

requeriría, al menos, conocimiento de la propia disciplina, de los posibles nodos (o posibilidades) para la articulación, y reconocer la necesidad de la interdisciplinariedad para el trabajo que se requiere atender [32].

En las discusiones frente a la incorporación de la interdisciplinariedad en educación se suma una diferencia entre la interdisciplinariedad científica y la interdisciplinariedad escolar. Esta diferencia no solo se presenta en términos del contexto donde se aplican (ciencias y escuela) sino que se dan tanto *desde el punto de vista de las finalidades, objetos, modalidades de implementación como del sistema referencial. De hecho, recurrir a la interdisciplinariedad en el contexto escolar requiere ajustes importantes en comparación con la interdisciplinariedad científica* [9]. Estos ajustes recaen en los profesores, en tanto se espera que sean ellos quienes lideren los procesos interdisciplinarios que se proponen en las aulas.

Finalmente, se destaca que para poder promover la interdisciplinariedad es necesario saber cuándo y cómo usar (o no usar) una disciplina concreta o la misma interdisciplinariedad, aspecto referido por investigadores como conciencia disciplinaria e interdisciplinaria [32]. Este uso trasciende una idea instrumental para considerar un *metaconocimiento de las disciplinas*. En este sentido, se espera que los profesores reconozcan cuándo es necesaria la interdisciplinariedad y cuándo se puede prescindir de ella para cumplir los propósitos que se hayan definido para la enseñanza o el aprendizaje de las matemáticas.

Hasta el momento se han presentado antecedentes que ofrecen un panorama de la interdisciplinariedad y permite reconocer la diversidad de sentidos que esta puede tener. Por consiguiente, los antecedentes brindan herramientas analíticas para estudiar las oportunidades que existen en los programas de formación de profesores de matemáticas para promover la interdisciplinariedad. Para esto, se requiere tener una visión de la pluralidad de sentidos que ha tenido la interdisciplinariedad, más allá de una visión limitada y asumida a priori que imponga una mirada específica a los datos. En el siguiente apartado se presenta la manera de operativizar estos elementos para estudiar las oportunidades de promover la interdisciplinariedad en un programa de formación inicial de profesores de matemáticas. Con el estudio de oportunidades se quiere referir a aquellas circunstancias, aspectos o elementos que son favorables para la presencia de la interdisciplinariedad en la formación de profesores de matemáticas.

4. MÉTODO

Esta investigación se inscribe en un enfoque cualitativo, según el cual se puede explorar y comprender los significados que se atribuyen a un problema o situación humana [33]. Se emplea el análisis de contenido como método de investigación debido a que permite una exploración detallada de los documentos de fundamentación del Programa. En este caso, se trata de un análisis interno, en el cual se resaltan las ideas y el sentido que se expresan en él, con base en la interpretación, la intención y la intuición de los investigadores [34]. Se espera con ello, dar cuenta de las oportunidades presentes en dichos documentos, reconociendo patrones, temas recurrentes y significados subyacentes.

El análisis de contenido cualitativo ofrece herramientas para expresar el contenido manifiesto y el latente en las fuentes de información, al tiempo que permite organizar el material a partir de datos con sentido similar [35]. Como parte del proceso de análisis de contenido, y en correspondencia con la pregunta de investigación, los investigadores utilizaron dos documentos que soportan la estructura organizacional y académica de un programa de formación inicial de profesores de matemáticas en Colombia para el análisis: el documento maestro y el proyecto educativo del programa, en adelante DOCMAE y DOCPEP, respectivamente. La elección de dichos documentos se debe a que en ellos se presenta la organización curricular, los propósitos de formación, las estrategias y las orientaciones tanto académicas como administrativas que se adoptan para garantizar el funcionamiento y la calidad del programa. A través de estas fuentes se busca reconocer las oportunidades que tiene el programa con respecto a la interdisciplinariedad en los futuros profesores de matemáticas.

Para el análisis de los documentos, la atención se concentró en todos aquellos fragmentos que ofrecieran los vocablos o palabras clave de la interdisciplinariedad [35]; ejemplo de estos términos son: relación, vínculo, interacción y enlace, entre otros, los cuales tienen presencia dentro de los documentos. Para el establecimiento de reglas de análisis fue necesario generar códigos iniciales a partir de los antecedentes y

los referentes conceptuales. Posteriormente, los investigadores incluyeron códigos y sub-códigos que emergieron del análisis preliminar de los documentos del programa (Tabla 1).

Tabla 1. Sistema de códigos y sub-códigos

Códigos	Sub-códigos	Descripción
Términos clave	Interactuar, integrar, enfocar, mezclar, enlazar, conectar, asociar, cooperar, relacionar, articular.	Alude a aquellas palabras o términos que se utilizan para poner en diálogo al menos dos elementos de diferentes disciplinas. Estas maneras de aludir a las posibles relaciones configuran ideas con respecto a la interdisciplinariedad y las relaciones entre las
Lugar de la interdisciplinariedad	Ciencia, formación profesional, saber escolar, saber hacer (práctica).	Corresponde a la dimensión de la formación del profesor a la cual se encuentra asociada la interdisciplinariedad o las relaciones entre disciplinas.
Concepción de la interdisciplinariedad	Medio, fin, estrategia, Competencia, forma de pensamiento, objeto por estudiar.	La interdisciplinariedad o las relaciones entre disciplinas pueden fungir de diversas maneras en correspondencia con propósitos, intenciones, fines, etc. Se trata entonces de descripciones o de menciones que permiten reconocer la visión de
Objetos de las relaciones	Métodos, procedimientos, conceptos, temas, objeto de estudio, instrumentos, personas (expertos), teorías, finalidades, estrategias.	Las relaciones entre las disciplinas son un foco central en la interdisciplinariedad. Por tanto, este código incluye los elementos o los aspectos que se ponen en relación entre las disciplinas, constituyen el nodo de las relaciones.
Estrategias o metodologías para la interdisciplinariedad	Cursos, seminarios, modelación matemática, aprendizaje basado en proyectos.	Corresponde a las descripciones de posibles recursos metodológicos o estrategias para promover la interdisciplinariedad en alguno de los roles que esta pueda
Conocimientos requeridos	Conocimiento disciplinar, conocimiento de la educación matemática, aspectos didácticos de la enseñanza, estructura taxonómica de las disciplinas y sus relaciones, conocimiento interdisciplinar.	Las posibilidades de promover la interdisciplinariedad o de generar relaciones entre disciplinas se relaciona con las visiones que se tienen sobre estas y las mismas relaciones. Por tanto, con este código se reconocen ideas frente a lo que es la matemática, las posibles relaciones que esta ha presentado con otras disciplinas y la naturaleza de estas relaciones.
Aspectos técnicos y organizacionales	Organización de contenidos, espacios de formación, estrategias extracurriculares.	Refiere a las condiciones propias de los programas que pueden posibilitar o limitar apuestas por lo interdisciplinario. Contempla aspectos como la estructura curricular de los programas, condiciones administrativas frente al desarrollo de las estrategias y espacios alternos para relacionar disciplinas.

El análisis se realizó con apoyo del software de análisis de datos cualitativo Atlas. Ti. Los autores acordaron dos categorías a partir de las cuales se describen las oportunidades: *roles de la interdisciplinariedad en la formación inicial de profesores de matemáticas y estrategias y lugares donde puede tener presencia la interdisciplinariedad*. Estas categorías se constituyen a partir de las relaciones entre los códigos, las relaciones con los antecedentes de investigación y los datos de los documentos del programa.

Las dos categorías no son excluyentes, sino que existen interrelaciones entre ellas, ya que a partir de los diferentes roles que la interdisciplinariedad puede asumir, se determinan maneras específicas de proceder en el aula y de promoverla en la formación de profesores. Al mismo tiempo, las maneras en que se busca promover la interdisciplinariedad demandan ciertos roles para ella. Como consecuencia, en ambas categorías se presentaron diferentes códigos y relaciones entre ellos.

5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En este apartado se presentan los principales hallazgos y las discusiones que se obtuvieron a partir del análisis de los documentos del Programa. Para ello, se plantea un sub-apartado que detalla asuntos específicos con respecto a su trayectoria, sus propósitos de formación y su estructura. En los demás sub-apartados se muestran ejemplos representativos con respecto a las categorías construidas y se discuten aspectos con base en los desarrollos de la literatura de investigación.

5.1 Generalidades del programa de Formación de profesores

El programa de formación inicial de profesores hace parte de una universidad pública de Colombia. En correspondencia con las dinámicas institucionales, el programa asume sus principios, uno de los cuales

atañe a la interdisciplinariedad. Asimismo, el programa reconoce dentro de sus antecedentes que en 1988 se definieron núcleos y sub-núcleos, al tiempo que se propuso desarrollar un *trabajo interdisciplinario con otras Facultades que ofreciera disciplinas y ciencias específicas* [DOCPEP]. Más adelante, en 1998 se asumió la pedagogía como saber fundante de los profesores, lo cual exigió *potenciar un trabajo investigativo e interdisciplinario de tal manera, que se pudiera generar conocimiento propio y transformador de la práctica pedagógica* [DOCPEP]. En estas menciones y, en general en el programa, no es clara la manera en que se realizaba el *trabajo interdisciplinario* en esta época; sin embargo, se puede inferir el trabajo colegiado con otras dependencias (facultades, escuelas, institutos, corporaciones) como un aspecto que caracterizaba esta práctica.

Se presenta otra consideración en relación con la interdisciplinariedad dentro del programa, la cual se enfoca en las iniciativas, los enfoques y los avances institucionales destinados a asegurar el bienestar de los estudiantes. En este contexto, se destaca la implementación de actividades dirigidas por un equipo de trabajo interdisciplinario, cuyo propósito es brindar apoyo a estudiantes con alguna discapacidad; con esto se espera garantizar acceso, permanencia y calidad durante su formación. Aunque estas referencias no enfatizan directamente la interdisciplinariedad como un componente directo de la formación del profesor de matemáticas, sí constituyen ejemplos de la manera en que circula el discurso de la interdisciplinariedad en el programa.

En la Figura 1 se presentan algunas consideraciones del plan de estudios del programa, un asunto necesario para comprender las dinámicas y propuestas que allí se generan. Como se observa, la propuesta curricular incluye campos, núcleos y espacios de formación. Según el programa, el campo

comprende un conjunto de saberes interdisciplinarios que configuran una identidad desde los objetos de estudio que abordan. Los saberes tienen puntos de encuentro en torno a las preguntas y problemas que formulan, a las metodologías y los procesos para la producción del conocimiento, así como a las reglas de validación de dicho conocimiento. En otras palabras, los saberes que comparten estos elementos constituyen un campo [DOCMAE].

Se definen en el programa tres campos: saber en matemáticas, saber pedagógico y saber didáctico, este último como imbricación de los dos anteriores⁴. Por tanto, bajo la definición planteada, se supone la existencia de saberes interdisciplinarios en cada uno de ellos. Por otro lado, los núcleos son subconjuntos de los campos. Estos integran tanto el conjunto de saberes asociados al acto de enseñanza y a los objetos de estudio asociados a la formación del profesor (como saberes de matemáticas) como a los profesores que enseñan esos saberes. Estos profesores suelen reunirse para discutir los saberes de enseñanza. Por tanto, en estos espacios de encuentro se suelen realizar revisiones curriculares. Por su parte, los espacios de formación son maneras de organizar y aproximarse a los saberes específicos que dan origen a los cursos del programa. Se espera que estos espacios promuevan una formación ética, estética, política e investigativa. Como se presenta en la Figura 1, existen múltiples vías para desarrollar los espacios de formación, incluyendo imbricaciones o conjugaciones entre ellas.

Otros aspectos que hacen parte de la estructura curricular del programa incluyen la fundamentación teórica, los propósitos de formación, las estrategias de flexibilización para su desarrollo, los lineamientos pedagógicos y metodológicos, las estrategias de formación en segunda lengua y la interdisciplinariedad. En su globalidad, los documentos no solo presentan espacios en el plan de estudios que ofrecen oportunidades para el trabajo interdisciplinario de la licenciatura (por ejemplo, la manera en que se orientan o configuran los espacios de formación, la naturaleza de los saberes en cada uno de sus campos o de los núcleos, etc.), sino que también plantea otros roles de la interdisciplinariedad en la formación de profesores y oportunidades para su incorporación.

⁴ En el PEP y el DOCMAE se presentan algunas diferencias en lo que refiere a campos y núcleos. En el PEP se mencionan los tres campos de manera explícita (pedagógico, disciplinar y didáctico), mientras que en el plan general de estudios del DOCMAE se presentan el campo de saber pedagógico y el campo de saber disciplinar. Esta diferencia se hace evidente en los núcleos, su denominación y el campo al cual pertenecen. En el caso del DOCMAE, el núcleo de práctica pedagógica y el núcleo de didácticas y saberes aparecen dentro del campo del saber pedagógico, mientras que en el PEP hacen parte del campo del saber didáctico (en este caso el núcleo asociado a las didácticas se denomina núcleo de fundamentación didáctica). Por esta razón, se ha optado por mostrar estos vínculos en la Figura 1.

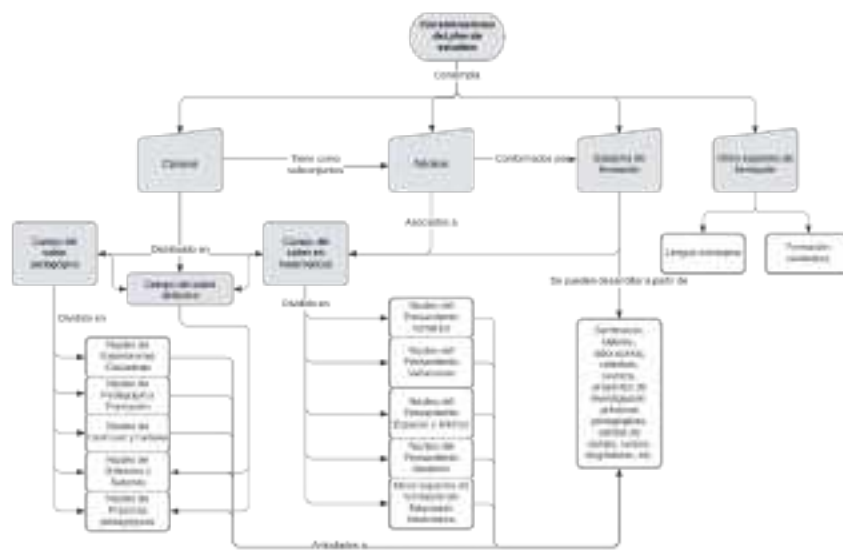


Figura 1. Algunos aspectos del plan de estudios de un programa de formación de profesores

5.2 Roles de la interdisciplinariedad en la formación inicial de profesores de matemáticas

En el programa se emplean diferentes términos clave para establecer relaciones entre saberes, estas ponen en evidencia diferentes funciones que la interdisciplinariedad puede asumir en la formación inicial de profesores. Se proponen objetos o elementos entre los que se pueden establecer estas relaciones y se encuentran menciones directas de la interdisciplinariedad que permiten atribuirle ciertos roles en la formación de profesores. Para estos roles de la interdisciplinariedad se reconocen oportunidades (potenciales o directas) para la integración en la formación de los profesores.

En los documentos del programa es posible reconocer un doble rol para la interdisciplinariedad, uno como fin y otro como orientadora. Por un lado, la interdisciplinariedad como fin se reconoce en la formación de profesores y en el desarrollo de sus futuras prácticas, toda vez que se espera cerrar brechas o, mejor, comprender relaciones entre las matemáticas y otras disciplinas; asimismo de desarrollar conocimientos o competencias asociadas a este saber. Por otro lado, se considera que la interdisciplinariedad puede asumir un rol asociado a orientar las estrategias y las maneras en que se pueden promover vínculos entre disciplinas y donde puede brindar criterios para su orientación en clases; por ejemplo, existen cursos específicos donde participan estudiantes de una ruta de doble titulación [DOCPEP].

Con respecto a la interdisciplinariedad como orientadora se reconocen varias referencias. Una de ellas se relaciona con las posibilidades que puede ofrecer para la formación de los individuos. A este respecto, hay elementos referidos a las dificultades que ha supuesto la separación y el poco diálogo entre la formación en matemáticas y otros ámbitos como las ciencias, a pesar de los fuertes lazos epistemológicos entre ellos [DOCMAE]. Además, se menciona que esta separación también tiene presencia en la básica o media del sistema educativo colombiano, aspecto que contrasta con el llamado de la investigación y los documentos curriculares con respecto a la necesidad de establecer vínculos con otras disciplinas [7-9]. En el programa se afirma:

Dado que estas aproximaciones han contribuido a la fragmentación del conocimiento y la separación entre disciplinas, esta propuesta de formación matemática intenta que, desde su concepción se posicione en esas intersecciones que de manera natural se tejen entre las ciencias y las matemáticas. De este modo, busca rescatar las sinergias epistémicas que emergen de estas intersecciones y favorecer los potenciales de formación, tanto disciplinares como pedagógicos, que se dan en ese complejo de relaciones [DOCMAE].

Con respecto a esta última afirmación, la interdisciplinariedad se configura como una manera de promover y cerrar estas brechas entre las disciplinas tanto en el campo profesional como en el escolar. En ese sentido,

podría afirmarse que el programa contribuye a la formación de profesores en la cual se promueven relaciones entre las disciplinas. Además, se espera que puedan promover contextos interdisciplinarios en la educación básica y media en el país, aspecto declarado como relevante en documentos curriculares de Colombia [7]. A pesar de ello, se considera que esas intersecciones no son *naturales* en el campo educativo, sino que deben ser intencionadas y planificadas, aspecto que demanda de conocimientos para hacerlo [12]. Este último aspecto nos sitúa en la interdisciplinariedad como fin. Por ejemplo, algunas preguntas que se podrían plantear son:

- ¿Qué es susceptible de ser relacionado entre las matemáticas y las ciencias?
- ¿Qué estrategias pueden emplear los profesores (o podrían emplear los futuros profesores) para promover estos vínculos en sus clases?

El programa plantea un ejemplo donde la historia y la epistemología de las matemáticas permiten reconocer posibles objetos para la relación entre las matemáticas y las ciencias. Se presenta el caso de la noción de número, el cual emerge ligado a la construcción de cantidades y magnitudes, consideradas también objetos de las ciencias. Sin embargo, dicho reconocimiento de las relaciones no implica una transferencia con respecto a cómo los profesores pueden promoverlo en su enseñanza. Es decir, que se empleen estas relaciones en la formación de profesores como orientador de su proceso de formación, no implica que redunde en su ejercicio profesional. Por tanto, los saberes con respecto a cómo promover la interdisciplinariedad en sus futuras prácticas permiten reconocerla como un fin y es un aspecto que llama la atención de los investigadores [12, 13].

En esa última línea el programa plantea que: *se busca brindar a los futuros profesores los conocimientos fundamentales sobre las estrechas interrelaciones entre las ciencias y las matemáticas, y, sobre todo, el valor de las mismas en la formación del pensamiento de los individuos* [DOCMAE]. Esta afirmación pone de relieve que el Programa espera, por lo menos, un conocimiento de las *interrelaciones* entre las ciencias y las matemáticas y sus posibilidades para la formación. A pesar de esto, es necesario contemplar los retos que supone establecer relaciones entre disciplinas [13] y de hacer explícito su aporte a la formación, de lo contrario no se reconocerán las oportunidades de la interdisciplinariedad en educación [15] y difícilmente tendrá una incorporación en las prácticas de los futuros profesores.

Una última referencia a la interdisciplinariedad como orientadora de la formación se presenta en el Núcleo de Pensamiento Variacional donde se plantea como propósito de los espacios de formación *modelar situaciones de las ciencias naturales y de las ciencias sociales* [DOCMAE]. Esto es, se pretende presentar a los futuros profesores espacios en los que puedan establecer relaciones con otras disciplinas a partir de la modelación. Aunque la modelación matemática se ha presentado como un proceso que importante en la formación de profesores con potencialidades para la interdisciplinariedad, la discusión en la literatura académica es vigente con respecto a su vínculo con otros procesos y conocimientos de otras disciplinas [8, 21, 36].

En Colombia [7] la modelación aparece como uno de los procesos que orientan la actividad matemática en el sistema educativo, pero los desarrollos en investigación en este campo en los últimos 20 años traen consigo retos para el aula, uno de ellos asociado a las posibles reciprocidades entre modelación matemática e interdisciplinariedad [36]. Preguntas en esta línea que continúan motivando la discusión son: ¿toda práctica de modelación es interdisciplinaria? ¿cuáles son los roles que desempeñan las disciplinas al modelar? ¿qué tipo de relaciones se promueven entre las disciplinas y qué de ellas se pone en relación cuando se modela? entre otras.

Sea como orientadora o como fin, el programa presenta oportunidades para incorporar la interdisciplinariedad en la formación de profesores. Una de ellas tiene que ver con el interés del programa en promover una formación que contemple conocimientos sobre las intersecciones entre las matemáticas y otras disciplinas, en especial con las ciencias naturales [DOCPEP, DOCMAE]. Promover una comprensión de las relaciones entre las disciplinas ofrece herramientas a los profesores para reconocer las condiciones o aportes de las matemáticas a la interdisciplinariedad y, al mismo tiempo, los posibles aportes de la interdisciplinariedad a la disciplina que enseña [6].

Otras potenciales oportunidades se identifican en los espacios de formación y sus propósitos en ciertos núcleos. En el Núcleo de Pensamiento Numérico se reconoce el adquirir fundamentos epistemológicos e históricos de las matemáticas [DOCMAE] que, como se dijo antes, puede ser oportunidad para reconocer vínculos de las matemáticas con otras disciplinas como la física. También, en el espacio de formación Análisis Numérico se presentan los métodos numéricos al servicio de la solución de problemas del mundo real, aspecto reconocido en la literatura como relevante para la interdisciplinariedad [2, 3, 16]. Aunque estas son oportunidades para la interdisciplinariedad, su presencia real en las clases (tanto en la universidad como en la escuela) sigue estando condicionada por: la preparación de los formadores de profesores, los conocimientos para hacerla efectiva, la posibilidad de interactuar con expertos de otras disciplinas, la visión de interdisciplinariedad y las mismas condiciones del programa [13, 14, 19].

Otras oportunidades se dan en el Núcleo del Pensamiento Variacional, en el cual se plantean espacios de formación donde *se propondrán problemas de física, de química, de las ciencias sociales, económicas y naturales que puedan ser modelados con los conceptos matemáticos que se estudiarán en este curso* [DOCMAE]. Adicionalmente, se menciona que se deben generar espacios para el diseño de situaciones para la enseñanza que incluya estas relaciones, lo cual sugiere cuestionamientos por las consideraciones que se pueden tener en cuenta en el diseño de recursos educativos que implican conocimientos más allá de las matemáticas.

Por su parte, en el Núcleo del Pensamiento Aleatorio se propende por el aprendizaje de fenómenos aleatorios y la aplicación de modelos en las ciencias sociales y naturales; igualmente, se espera que los profesores empleen conocimientos de estadística tanto en la docencia como en la investigación. Aunque la vía de las aplicaciones y la modelación puede ser una oportunidad para la interdisciplinariedad, es necesario trascender la idea de promover ejemplos [21] y generar alternativas donde haya una preocupación más fuerte por las relaciones entre las disciplinas. De esta manera podría superarse una pseudo interdisciplinariedad [30] y promover vínculos con mayor riqueza para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.

Dentro del Campo de Saberes en Matemáticas se logra reconocer un tercer rol para la interdisciplinariedad: funge como requisito del programa. Al respecto, se establece que, *para responder a los planteamientos de interdisciplinariedad y flexibilidad curricular, el proceso de formación contempla un conjunto de espacios de formación que están propuestos para que los estudiantes complementen, profundicen y elijan su formación de acuerdo a sus intereses específicos* [DOCMAE]. Estos espacios son los cursos electivos y los seminarios de especialización. La presencia de una estructura curricular flexible y la posibilidad de tomar cursos electivos que permitan explorar más allá de la especialidad de estudio (matemáticas) es una oportunidad relevante. No obstante, aún no existe evidencia de que este tipo de espacios contribuyan al fomento de la interdisciplinariedad, así que estudiar el tipo de cursos que suelen tomar los futuros profesores puede ayudar a comprender los aportes a su formación profesional.

El Campo de Saber Pedagógico plantea como implicación de la formación de profesores la relación con otros campos del saber. Esto quiere decir que concebir la pedagogía como campo implica *Activar el diálogo con las ciencias, las disciplinas y con los diversos espacios de la pedagogía, permitiendo la comunicación entre investigadores y maestros, entre saberes específicos y saber pedagógico, entre políticas estatales y políticas locales e institucionales* [DOCMAE]. Luego, mencionan que el programa y la facultad deberían promover espacios para el diálogo y discusión con otros saberes. Si bien esta alusión no está asociada de manera directa a la relación de las matemáticas con otras disciplinas académicas, el fragmento reconoce dentro del saber pedagógico relaciones con otras ciencias y disciplinas, por lo cual explorar los roles que podría fungir allí la interdisciplinariedad en la formación de profesores de matemáticas es una tarea pendiente, como también las oportunidades que allí se puedan presentar.

Asociado al Campo de Saber Pedagógico, el Núcleo de Currículo y Cultura plantea una pregunta orientadora de formación: *¿Cómo problematizar el currículo, desde una perspectiva cultural, histórica, epistemológica, de diversidad y complementariedad de saberes?* En este sentido, es posible que en núcleos específicos del campo de saberes en pedagogía se promuevan reflexiones y discusiones con respecto a la pedagogía, la didáctica y la investigación, pero también valdría la pena considerar estos aspectos en términos de los

saberes específicos. Al respecto, se reconoce que en este campo no hay énfasis en ningún programa de formación de profesores de disciplinas específicas porque es transversal y común para los diferentes programas de la Facultad de Educación, pero, por esa misma razón, brinda oportunidades para reconocer y discutir consideraciones didácticas y pedagógicas relacionadas con los saberes específicos y sus relaciones. Es decir, aquí la interdisciplinariedad puede adquirir el rol de medio, fin o requisito, pero las maneras en que el Campo de Saber en Pedagogía pueda contribuir al conocimiento disciplinar y a la promoción de la interdisciplinariedad desde el punto de vista del saber específico no se ha encontrado en la literatura en educación matemática. Trabajos como el reportado en [11] generan preguntas por la especificidad de las disciplinas y los posibles vínculos entre saberes de diferentes ámbitos, incluyendo la pedagogía.

Por otro lado, el núcleo de prácticas desempeña un papel fundamental en el programa porque espera vincular los campos de pedagogía y el disciplinar. Dentro de sus objetivos se encuentra el *propiciar integración entre los aspectos teóricos y prácticos de los distintos campos de conocimiento articulados al saber pedagógico y didáctico para la generación de conocimiento*. El núcleo se caracteriza en considerar la práctica en términos de las relaciones (teóricas y prácticas) en las dimensiones pedagógica, educativa, didáctica, investigativa y disciplinar. Se espera en estos espacios promover el trabajo colaborativo y la construcción de saber pedagógico y didáctico a lo largo de los diez semestres que dura el programa. Este carácter general de la práctica no la circunscribe a un único rol de la interdisciplinariedad, sino que ofrece diversas oportunidades. La interdisciplinariedad puede tener presencia en las prácticas como:

- Objeto de discusión: tanto desde el punto de vista del campo en pedagogía como en el disciplinar, aprovechando reportes y discusiones en investigación.
- Objeto de investigación: los estudiantes pueden investigar en sus prácticas, en especial, en las prácticas del semestre ocho al diez que implican una inmersión directa en contextos escolares y no escolares.
- Estrategia de formación: manera en que el programa puede formar a los estudiantes, o en que estos pueden promover sus diseños de intervención en los contextos de la práctica.
- Estrategia de investigación: actualmente es frecuente la configuración de equipos y procesos interdisciplinarios para responder a las necesidades de la sociedad.

En síntesis, la interdisciplinariedad en el programa puede ocupar al menos tres roles: fin, orientador y requisito en los diferentes espacios de formación del profesor de matemáticas. Fue posible reconocer dichos roles a partir de la revisión de las diferentes menciones a la interdisciplinariedad y a las relaciones entre disciplinas que, como se plantea en [30] permite reconocer patrones de consenso y visiones con implicaciones para la teoría y la práctica. Se reconoce que la presencia de la interdisciplinariedad dependerá no solo de los propósitos declarados en los documentos del programa y de las oportunidades descritas, sino también de las apuestas de los formadores de profesores y de los mismos estudiantes.

Cada uno de los roles presenta oportunidades para que la interdisciplinariedad tenga presencia en el programa, pero también existen oportunidades que no se vinculan a un rol específico, sino que puede atender a varios de ellos en función de cómo se operativice en la formación de los profesores, reconociendo que pueden existir diferentes niveles de influencia entre las disciplinas [30]. Aspectos como: interés del programa en promover vínculos entre disciplinas, espacios específicos que procuran relaciones entre disciplinas a partir de procesos, la incorporación de problemas del mundo real y de otras disciplinas, el diseño de situaciones para la enseñanza, cursos electivos, algunos espacios de formación en pedagogía y la práctica pedagógica son posibles oportunidades para que la interdisciplinariedad tenga presencia en el programa que vale la pena explorar con mayor profundidad en futuros estudios.

5.3 Estrategias y lugares donde puede tener presencia la interdisciplinariedad

La interdisciplinariedad hace parte del contenido curricular del programa y *está relacionada con la organización del conocimiento fundamentado en las disciplinas que comparten objetos de estudio y en el surgimiento de equipos de investigación interdisciplinarios* [DOCMAE]. Esto significa que, para el programa

de Licenciatura, la interdisciplinariedad es un componente curricular clave que se espera promover en los profesores y en sus formadores. Además, en el fragmento se reconocen aspectos que pueden hacer parte de las relaciones entre las disciplinas: objetos de estudio y equipos de investigación. Estos aspectos también se han reconocido en la investigación [9, 30]. En el DOCMAE se considera que la interdisciplinariedad puede tener lugar en proyectos de investigación y que se construye al aplicar metodologías y lenguajes que involucran más de una disciplina en un problema o un tópico. Se espera que esto permita a estudiantes y profesores explorar diversos ámbitos, discursos y escenarios.

Los problemas y la investigación se plantean como una oportunidad concreta para que la interdisciplinariedad desempeñe un papel significativo en la formación de profesores. En el documento se plantea que: *la estructura curricular del Programa se construye teniendo en cuenta los campos del saber, la didáctica y la pedagogía que, en su imbricación a partir de los espacios de formación, promueven la interdisciplinariedad* [DOCMAE]. Además, agregan que, aunque en el campo de saber pedagógico se promueve el diálogo entre profesores y estudiantes, aún hay un limitado diálogo entre los equipos del saber disciplinar y el didáctico con el pedagógico; allí se menciona que durante un tiempo el Comité de Carrera no contó con profesores del Departamento de Pedagogía. Pese a ello, las maneras en que el diálogo entre los equipos puede contribuir a la interdisciplinariedad no son claras. Tanto la investigación en educación matemática [14, 17] como el mismo programa destacan que este aspecto también debería presentarse con saberes de otros ámbitos como las ciencias naturales.

El programa destaca espacios y actividades extracurriculares que se constituyen como oportunidades para la interdisciplinariedad en la formación de los profesores como los semilleros de investigación, grupos de investigación, talleres, conferencias, eventos académicos y solución de problemas relacionados con el ejercicio profesional. A pesar de estas referencias, no son claras las maneras en que se contribuye a la interdisciplinariedad, ni en qué aspectos pueden reconocerse estos aportes, ya que algunas de estas actividades pueden desarrollarse de manera disciplinar. Tomemos como caso especial los semilleros de investigación, si bien estos consideran como atributo la interdisciplinariedad, esta presencia suele ser más un ideal que un ejercicio frecuente en sus actividades [37]. Así las cosas, se debe desnaturalizar la presencia de la interdisciplinariedad en estos espacios de formación e indagar con respecto a las visiones y las experiencias de quienes participan de ellos.

Con respecto a las estrategias de flexibilización que tiene en cuenta el programa se destacan los espacios de formación compartidos con otros programas. La Licenciatura en Matemáticas comparte espacios con la Licenciatura en Física y la Licenciatura Ciencias Naturales, entre los que se encuentran cursos de cálculo, estadística y geometría. Estos cursos son espacios con potencial para desarrollar estrategias que permitan fortalecer la interdisciplinariedad en el programa, como el trabajo entre diferentes especialistas [9] o la posibilidad de actividades donde existan diferentes grados de influencia entre las disciplinas [30]. Sin embargo, se debe tener en cuenta el rol que ocupa las matemáticas en cada una de estas disciplinas y las posibles estrategias para promover los vínculos deseados.

En el programa se plantea que el futuro profesor de matemáticas podrá asumir roles como ser *miembro de comunidades académicas que promuevan el desarrollo de la educación matemática en contextos disciplinarios e interdisciplinarios* [DOCMAE]. Brindar espacios donde haya diálogo entre diferentes actores del programa (estudiantes, profesores, egresados, administrativos, etc.) puede ser propicio para que los estudiantes se enfrenten desde sus pregrados a estos contextos interdisciplinarios; asimismo, el desarrollo de proyectos interdisciplinarios puede contribuir a su formación. Espacios posibles para ello son los cursos de práctica, los compartidos con otras licenciaturas (física y ciencias naturales) y otros del campo saberes pedagógicos.

Para [3] se pueden aprovechar tanto los procedimientos, como los métodos y los contenidos de las disciplinas para promover la interdisciplinariedad; además, en [30] se reconoce como una de las principales vías para la interdisciplinariedad los procesos de investigación y en [21] se reconocen otros recursos metodológicos que pueden emplearse en la formación de profesores. Pese a este cúmulo de posibilidades, la pregunta por los conocimientos necesarios para que los futuros profesores se desempeñen en esas comunidades es vigente.

Se plantea un currículo en el cual se unen diferentes disciplinas con el propósito de promover un aprendizaje motivador, efectivo y pertinente. Es una experiencia de aprendizaje comprensivo que combina destrezas y conocimientos de varias disciplinas para estudiar un tema central [DOCMAE]. En los diferentes espacios de formación propuestos en el DOCPEP y el DOCMAE no se enuncian de manera explícita la manera en que esta visión del currículo se materializa en el programa. Sin embargo, el fragmento permite reconocer otro aspecto que puede ser considerado oportunidad para materializar la interdisciplinariedad: temas. En la literatura se reporta el uso de temas o contenidos transversales para la interdisciplinariedad [16], así que estos pueden ser una alternativa para configurar acciones específicas al interior del programa.

Los núcleos al involucrar la configuración de equipos de profesores, que se reúnen para discutir sobre los saberes a ser incorporados en la formación de profesores y las estrategias para hacerlo, tienen la posibilidad de discutir, por un lado, las oportunidades o las necesidades de que la interdisciplinariedad tenga presencia en ellos y, por otro lado, de contemplar estrategias para hacerlo. Aunque en el programa se logran identificar las preguntas, los problemas, las metodologías, los proyectos de investigación, los procesos, el diseño de situaciones de enseñanza y los espacios de formación como potenciales para la interdisciplinariedad, es preciso generar cierta conciencia disciplinar e interdisciplinar [32], esto es, tener la capacidad de reconocer cuándo es requerida la disciplina y la interdisciplinariedad para llevar a cabo alguna de estas estrategias y cuándo no. En [21] se presentan otros recursos metodológicos posibles para la formación de profesores que incluyen el pensamiento computacional, la indagación, el diseño ingenieril, el aprendizaje basado en proyectos y la modelación matemática.

Otras oportunidades que reporta el programa se dan en términos epistemológicos e históricos, a partir de los cuales es posible identificar los vínculos que entre disciplinas se han presentado para la constitución de los conocimientos actuales. Asimismo, los procesos de investigación, la solución de problemas de la vida real y los cursos electivos son potenciales para emprender iniciativas relacionadas con la interdisciplinariedad. Esto requiere definir y clarificar la comprensión de interdisciplinariedad para la formación de profesores de matemáticas y delimitar especificidades que puede tener cada una de las estrategias descritas para su efectiva integración en el programa.

Siguiendo las pautas institucionales, se establece que la formación de quienes guiarán a estos futuros profesionales debe incorporar tanto problemas teóricos como prácticos de manera interdisciplinaria, fomentando la colaboración y la integración de diversos enfoques científicos y profesionales. En otras palabras, los profesores encargados de la formación inicial deben incorporar esta perspectiva en sus métodos de enseñanza, lo cual se constituye en otra oportunidad y genera cuestionamientos con respecto a su presencia en los diferentes espacios de formación.

Finalmente, en el DOCPEP se menciona que se organizó con la Licenciatura en Física una ruta de doble titulación en diez niveles (semestres académicos), en la cual se incluyen espacios de formación en física a partir del quinto nivel. La ruta propuesta puede ser una oportunidad para la interdisciplinariedad, pero para ello se requiere que, más allá de ofrecer espacios de formación donde la formación en física se da de manera aislada a la matemática o donde la única manera de ver su relación sean las aplicaciones, existan vínculos estrechos entre ambas disciplinas y se reconozca su interdependencia en la construcción de conocimiento (en matemáticas y en física). De lo contrario, no habría diferencia en estos espacios a los cursos electivos o a aquellos donde pueden confluir estudiantes de diferentes programas. Revisar los desarrollos de la ruta de doble titulación, tanto en su fundamentación como implementación, puede contribuir a ampliar las estrategias y las posibilidades de formación para los profesores de matemáticas.

5.4 Limitaciones del estudio

En este trabajo se estudiaron dos documentos de una Licenciatura para formar profesores de matemáticas. Allí se describieron oportunidades para promover la interdisciplinariedad en el programa que aparecen de manera explícita o implícita. Sin embargo, es importante destacar que la mera presencia discursiva de la interdisciplinariedad no asegura su aplicación en la práctica, esta es una de las principales limitaciones del estudio. A pesar de reconocer oportunidades, esto no implica que estas sean funcionales en la práctica cotidiana o que los formadores de profesores tengan las condiciones adecuadas para llevarlas a cabo. Por

lo tanto, este aspecto demanda una investigación más profunda. Este documento, por ende, ofrece, una contribución para continuar el debate en torno a los avances teóricos y prácticos de los programas de formación de profesores de matemáticas en el país con respecto a la interdisciplinariedad y, al mismo tiempo, provoca el desarrollo de investigaciones que permitan reconstruir, a partir de los diferentes actores del programa (estudiantes, profesores, egresados, entre otros), las maneras en que la presencia de la interdisciplinariedad ha sido una posibilidad o limitante en su formación.

Desarrollar estudios que se ocupen por la presencia de la interdisciplinariedad, sus múltiples roles y las posibles oportunidades aquí descritas en los diferentes espacios de formación de profesores, tanto en este programa como en otros del país, es una necesidad. En especial, si se desea que los futuros profesores estén preparados para asumir unas prácticas de enseñanza que consideren las relaciones entre disciplinas.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo buscó identificar oportunidades que tiene un programa de licenciatura para promover la interdisciplinariedad en la formación inicial de profesores de matemáticas. A partir de la revisión de documentos del programa, se logró reconocer diferentes roles, estrategias y lugares en los que la interdisciplinariedad tiene sentido para la formación de profesores. Además, en los documentos se evidencia una preocupación por formar a profesores de matemáticas que trasciendan las limitaciones disciplinarias y que trabajen en conjunto con colegas de otras disciplinas.

En este sentido, hay menciones explícitas con respecto a la presencia de la interdisciplinariedad que permitió reconocer oportunidades como: la interdisciplinariedad puede orientar procesos de enseñanza y aprendizaje que se llevan a cabo con los futuros profesores, hay espacios en la licenciatura donde concluyen estudiantes de diferentes programas, existen diversos elementos para promover relaciones entre disciplinas (temas, problemas, proyectos de investigación, procesos como la modelación, etc.), hay preocupación por una flexibilidad curricular que permita ampliar los conocimientos del profesor a partir de cursos electivos y la práctica pedagógica.

A pesar de la anterior serie de oportunidades, es preciso generar límites y estipular no solo los momentos en que la interdisciplinariedad puede ser deseada o ser necesaria, sino también aquellos donde no es posible o es innecesaria. Dichas delimitaciones podrían contribuir a disminuir la excesiva presencia del término, en casos donde no es claro lo que se quiere indicar con él, situación recurrente en la investigación en educación matemática y, en algunos casos, en los documentos del programa.

No cabe duda, al revisar los documentos, que la interdisciplinariedad es un aspecto esperado en la formación de profesores, donde se reconoce que no es suficiente con el saber disciplinar para enseñar matemáticas y se espera que se promuevan relaciones con otras disciplinas. A pesar de ello, aún no es claro, ni en los documentos que se revisaron del programa, ni en la literatura en educación matemática, cuáles son los conocimientos asociados a la interdisciplinariedad requeridos por estos profesionales.

Finalmente, aunque se reconoce que un currículo integrado o uno disciplinario no garantizan por sí solos la interdisciplinariedad, en el programa se encuentran menciones directas a ella y planteamientos que buscan promoverla tanto en el entorno escolar como universitario. Por tanto, contemplar la interdisciplinariedad como un componente de la formación profesional de los profesores de matemáticas es un aspecto que vale la pena continuar discutiendo para que su presencia en los programas de formación se encuentre articulada a propósitos específicos, permita atender las necesidades de formación de los profesionales que el mundo requiere y que trascienda un uso meramente nominal que no aportan un valor agregado a su formación.

Reconocimiento

Este estudio hace parte de la investigación doctoral que se realiza en el Doctorado en Educación de la Universidad de Antioquia, y contó con el apoyo del Comité para el Desarrollo de la Investigación CODI, de la Universidad de Antioquia, a través del proyecto: La modelación matemática escolar como eje de integración interdisciplinar en un currículo basado en las áreas STEM+H: Un camino para la transformación educativa de la primaria en la ciudad de Medellín. Código: 2020-34799.

REFERENCIAS

- [1] León G. (2010). La formación interdisciplinaria de los profesores: Una necesidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Ensayos Pedagógicos* 5, 119-130.
- [2] Almenares M. et al. (2019). Interdisciplinariedad: La necesidad de unificar un concepto. *Tecnociencia Chihuahua* 13(3), 140-148.
- [3] Guerrero T. (2019). Enfoque interdisciplinario del docente de Educación Media y la praxis pedagógica investigativa. *Dialéctica* 2.
- [4] Uribe H. (2017). Disciplinas, interdisciplina y universidad. En Rey S. y Cadena S. (eds.), *Interdisciplinariedad: Un desafío para transformar la universidad en el siglo XXI*. Editorial Universidad Autónoma de Occidente.
- [5] Quintá M. y Borrero A. (2014). Estrategias docentes para la formación interdisciplinaria en educación superior. *RedIC*.
- [6] Doig B. et al. (2019). *Interdisciplinary mathematics education the state of the art and beyond ICME-13 Monographs*. Recuperado: <http://www.springer.com/series/15585>
- [7] Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias*. Magisterio.
- [8] Castrillón A. et al. (2020). La modelación y la experimentación en el estudio de un fenómeno físico: Experiencias y reflexiones en educación media. En X Congreso Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [9] Lenoir Y. (2017). Interdisciplinariedad en la formación universitaria: Una síntesis de sus especificidades y actualización. En Rey S. y Cadena S. (Eds.), *Interdisciplinariedad: Un desafío para transformar la universidad en el siglo XXI*. Editorial Universidad Autónoma de Occidente.
- [10] González M. et al. (2019). El proyecto interdisciplinario en la formación de profesores en Matemática. En V Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Plata.
- [11] Prada M. (2021). Interdisciplinariedad en el plan de estudios de la Licenciatura en Filosofía de la Universidad Pedagógica Nacional. *Revista de las Ciencias del Espíritu* 63(175), 1-27.
- [12] An S. (2017). Preservice teachers' knowledge of interdisciplinary pedagogy: The case of elementary mathematics-science integrated lessons. *ZDM* 49(2), 237-248.
- [13] Maass K. et al. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM* 51, 869-884.
- [14] Barboza J. et al. (2015). The possibility of interdisciplinary integration through mathematical modelling of optical phenomena. En Stillman G. et al. (eds.), *Mathematical modelling in education research and practice*. International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling (pp. 305-316). Springer.
- [15] Corica A. (2022). El estudio interdisciplinario de la matemática en la escuela secundaria y la formación de profesores. *Revista de Educación* 25(1), 269-292.
- [16] Rogora E. y Tortoriello F. (2021). Interdisciplinarity for learning and teaching mathematics. *Bolema - Mathematics Education Bulletin* 35(70), 1086-1106.
- [17] Borromeo R. (2019). Educación Matemática Interdisciplinaria en la escuela-ejemplos y experiencias. *UCMaule* (57), 25-37.
- [18] Williams J. et al. (2016). *Interdisciplinary mathematics education: A state of the art*. Springer.
- [19] Lessa H. y Carolino C. (2014). Educação matemática na educação profissional de nível médio: Análise sobre possibilidades de abordagens interdisciplinares. *Mathematics Education Bulletin* 28(48), 230-254.
- [20] Silva T. et al. (2021). Interdisciplinaridade em trabalhos na Conferência Nacional sobre Modelagem na Educação Matemática. *Revemop* 3, e202106.
- [21] Carmona J. et al. (2020). Estudio de fenómenos físicos en la formación inicial de profesores de Matemáticas. Una experiencia con enfoque STEM. *Uni-Pluriversidad* 20(1), e2020101.
- [22] Ocampo M. y Parra M. (2022). Una experiencia de modelación matemática en educación primaria en un contexto de Educación Ambiental. *Uni-Pluriversidad* 22(1), 1-16.
- [23] Flores R. (2006). La interdisciplinariedad en la universidad. *Tiempo de educar* 7(13), 69-98.
- [24] Morin É. (2010). Sobre la interdisciplinariedad. *Icesi* 62, 9-15.
- [25] Ospina C. (2004). Disciplina, saber y existencia. *Revista Lat. de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud* 2(2), 51-81
- [26] González C. (2019). Las disciplinas académicas. Sobre el evolucionismo 26(114), 11-18.
- [27] Krishnan A. (2009). What are academic disciplines? Some observations on the disciplinarity vs. interdisciplinarity debate.
- [28] Silva O. (2018). Investigar históricamente las disciplinas y los saberes escolares: el caso de la enseñanza de las ciencias sociales en Colombia. *Pedagogía y Saberes* (49), 81-93.
- [29] Lenoir Y. (2013). Interdisciplinariedad en educación: una síntesis de sus especificidades y actualización. *Interdisciplina* 1(1), 51-86.
- [30] Klein J. (2017). Typologies of interdisciplinarity. *The Oxford handbook of interdisciplinarity* 2, 21-34.
- [31] Hernández C. (2017). Universidad e Interdisciplina. En Rey S. y Cadena S. (eds.), *Interdisciplinariedad: Un desafío para transformar la universidad en el siglo XXI*. Editorial Universidad Autónoma de Occidente.

- [32] Doig B. y Willams J. (2019). Conclusion to interdisciplinary mathematics education. En Doig B. et al. (eds.), *Interdisciplinary Mathematics Education* (pp. 299–302).
- [33] Creswell J. y Creswell J. (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage.
- [34] Noguero F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Enclave pedagógica* 4, 167-179.
- [35] Cáceres P. (2008). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas, Individuo y sociedad* 2(1), 53-82.
- [36] Borromeo R. y Mousoulides N. (2017). Mathematical modelling as a prototype for interdisciplinary mathematics education? Theoretical reflections. En CERME 10. Dublin, Ireland.
- [37] Bolívar R. et al. (2015). Trayectoria e impacto de la estrategia semilleros de investigación de la Universidad de Antioquía. Universidad de Antioquía.