

El estudio interdisciplinar de la matemática en la escuela secundaria y la formación de profesores

The interdisciplinary study of mathematics in high school and the teacher training

Ana Rosa Corica¹

Resumen

En Argentina se propuso un cambio de la educación secundaria procurando un estudio interdisciplinar de los saberes. Se propone que las y los alumnos estudien problemáticas desde una perspectiva integrada. De esta manera, el problema de la formación docente cobra una nueva dimensión, pues son las y los profesores quienes serán los que afronten la puesta en marcha de esta propuesta. En este trabajo, se reportan resultados de una investigación cualitativa de alcance exploratorio cuyos datos fueron recogidos durante 2019. Se indaga sobre las propuestas de aula en el nivel secundario, en las que se procura un estudio interdisciplinar de la matemática. También se cuestiona la formación del profesorado en matemática para el desarrollo de este tipo de propuestas. Los principales resultados indican que las y los profesores de la escuela secundaria desarrollan trabajos con las y los estudiantes, en los que definen temáticas para integrar saberes de diferentes materias que componen a cada año escolar. Esto no facilitarían el estudio de problemáticas en las que los saberes involucrados para ser abordadas emerjan con genuino sentido. Esto es atribuido a la formación monodisciplinar de las y los profesores. En particular, desde del profesorado en matemática que se analiza en este trabajo, se propone una formación monodisciplinar que no contribuiría al desarrollo de estudios interdisciplinarios. Se requiere propiciar espacios en los que interactúen las y los estudiantes de diferentes profesados para el desarrollo de trabajos interdisciplinarios. Esto facilitarían vivenciar experiencias similares a las que se pretende que gestionen en escuelas secundarias.

Palabras clave: Enseñanza de la Matemática, Formación de Profesores, Escuela Secundaria.

Abstract

In Argentina, a change in secondary education was proposed, seeking an interdisciplinary study of knowledge. It is proposed that students study problems from an integrated perspective. In this way, the problem of teacher training takes on a new dimension, since it is the teachers who will face the implementation of this proposal. In this work, the results of a qualitative research of exploratory scope are reported whose data were collected during 2019. It investigates the classroom proposals at the secondary level, in which an interdisciplinary study of mathematics is sought. The mathematics teachers training for the development of this type of proposal is also questioned. The main results indicate that the high school teachers develop work with the students, in which they define issue to integrate knowledge of different subjects that make up each school year. This would not facilitate the study of problems in which the knowledge involved to be addressed emerges with genuine meaning. This is attributed to the monodisciplinary training of teachers. In particular, from the mathematics faculty that is analyzed in this work, a monodisciplinary training is proposed that would not contribute to the development of interdisciplinary studies. It is necessary to promote spaces in which the students of different teachers interact for the development of interdisciplinary works. This would facilitate experiences similar

Fecha de Recepción: 06/10/2021 Primera Evaluación: 25/10/2021 Segunda Evaluación: 28/10/2021 Fecha de Aceptación: 12/11/2021

Introducción

La enseñanza y el aprendizaje de la matemática es un reto para profesores y estudiantes. D'Amore, Godino y Fandiño (2008) indican que las y los estudiantes se distancian de la matemática no por ella misma en sí, sino por la forma en que esta es presentada, la ausencia de interacción entre el mundo real y los saberes enseñados en el aula. Lo anterior invita a los educadores a reflexionar sobre las prácticas en el aula y a proponer ambientes didáctico-pedagógicos acordes con el entorno sociocultural de las y los estudiantes, de tal forma que tanto estos como la y el docente puedan construir o reconstruir conocimiento coherente en las condiciones de un mundo cada vez más exigente, cambiante y globalizado. La sociedad actual se caracteriza por una infinita, dinámica y cambiante cantidad de información, el uso masivo de Internet y las nuevas tecnologías, el rápido cambio del mercado de trabajo, etc., que exige a los profesionales no sólo conocimiento específico, sino también de habilidades necesarias para aplicarlo y solucionar problemas. En particular, los saberes que se proponen estudiar en la escuela resultan ser estáticos, incuestionables, desfragmentados en disciplinas y su utilidad será comprendida en el futuro que tal vez trascienda los tiempos escolares (Vergara, 2016). Esto conduce a la necesidad de buscar enfoques alternativos que resulten más satisfactorios. La actual cultura de la información y las tecnologías exigen nuevos enfoques que den respuesta en el ámbito de la enseñanza, a las nuevas demandas de una sociedad en continuo cambio (Chevallard, 2017).

En Argentina se ha puesto en marcha un plan de renovación de la educación secundaria (Ministerio de Educación de la Nación, 2017). Este plan tiene como propósito la formación de las y los ciudadanos en un estudio interdisciplinario de los saberes, siendo que se asume como principio que los problemas de la sociedad actual requieren ser estudiados a partir de la integración de saberes provenientes de distintas disciplinas. El aprendizaje integrado se ubica en contra del aprendizaje atomizado y enciclopedista (Dirección de Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires, 2017). El estudio interdisciplinar tiene como objetivo superar la fragmentación de la enseñanza y del aprendizaje, proponiendo el diálogo, la articulación y la vinculación entre los saberes. Esta perspectiva “interpela a las y los docentes a encarar un trabajo pedagógico conjunto, colaborativo, articulado, a fin de organizar la enseñanza desde un diálogo entre los conceptos, las metodologías, los procesos y procedimientos y las propuestas de actividades interdisciplinarias.” (Ministerio de Educación de la Nación, 2017, p.4). En esta propuesta la formación docente cobra una nueva dimensión, pues son las y los profesores quienes serán los que afrontarán directamente la puesta en marcha de esta propuesta. Esto demanda analizar la formación de las y los profesores e indagar cómo se preparan para poder insertarse en la escuela secundaria que adoptan los actuales documentos ministeriales y que implican un cambio de paradigma pedagógico.

En este trabajo se reportan resultados de un estudio exploratorio cuyos datos se recogieron en 2019. El estudio se organiza en dos etapas. En la primera de ellas, la producción se focaliza en investigar la implementación de un trabajo interdisciplinario en escuelas que participan del programa *Escuelas Promotoras* en una ciudad de la Provincia de Buenos Aires. En este programa de política educativa provincial, se procura un estudio interdisciplinar de los saberes, en correspondencia con lo propuesto por el Ministerio de Educación (2017). La indagación se realizó en tres escuelas secundarias que participan del programa, y tuvo como propósito conocer las temáticas que se abordan en el nivel secundario para el estudio interdisciplinar de la matemática. En la segunda etapa de la investigación se analiza el plan de estudio de una carrera de profesorado en matemática, que se imparte en la misma ciudad de las tres escuelas secundarias que participan de la investigación. En esta segunda etapa, se cuestiona la formación de profesores en matemática para el desarrollo de la propuesta de los programas de política educativa. Finalmente, se caracterizan las experiencias docentes que serían propicias de ser vividas, para desarrollar estudios interdisciplinarios en las aulas de la escuela secundaria.

La enseñanza interdisciplinar en la escuela secundaria argentina

El Marco de Organización de los Aprendizajes para la Educación Obligatoria Argentina (MOA) (Ministerio de Educación de la Nación, 2017) propone que las instituciones se organicen de tal manera que posibiliten el estudio interdisciplinar del saber. La propuesta tiene como objetivo que se integren al menos dos disciplinas que forman parte del diseño curricular de cada año escolar, y se organicen en módulos o proyectos. El estudio debe organizarse en propuestas en las que se aborden temas multifacéticos del mundo, que podrían ser relevantes para las y los profesores, las y los estudiantes y el mundo e inviten a realizar indagaciones con sentido. Así también, en el MOA se destaca que los temas deben ser viables con respecto a la etapa de desarrollo de las y los estudiantes, al contexto, a la experiencia de las y los docentes y a los recursos.

La propuesta del MOA implica que para cada trabajo interdisciplinar las y los profesores de diferentes disciplinas analicen qué saberes son apropiados para el estudio, qué disciplinas puede abarcar, cómo interaccionan las disciplinas para alcanzar los objetivos del trabajo y cómo decidir cuando el objetivo ha sido alcanzado. Esto también implica repensar los espacios de la escuela; se requieren áreas que favorezcan la comunicación, la interacción entre las y los profesores, entre las y los estudiantes. En relación a la actividad de las y los alumnos se procura un trabajo cooperativo y colaborativo que supone alguna producción. De esta manera se procura que las y los estudiantes amplíen las miradas, reconozcan la pluricausalidad, puedan comprender las diferentes nociones y modos de pensar e integren saberes de dos o

más disciplinas para estudiar diversas situaciones. Este modo de enseñar tiende a establecer una conexión articulada con saberes que no es posible en la enseñanza aislada de las disciplinas, especialmente cuando se enseñan de modo tradicional.

En la provincia de Buenos Aires se ha comenzado a experimentar un trabajo interdisciplinar a partir del programa de *Escuelas Promotoras* (Secretaría De Innovación Y Calidad Educativa, 2018). Este programa tiene como objetivo el acompañamiento de naturaleza integral y progresiva de los itinerarios formativos de las y los estudiantes, fomentando los trabajos socio-comunitarios y favoreciendo la implicación profesional de las y los docentes con la institución. Se propone contribuir a mejorar las trayectorias escolares y los aprendizajes de las y los estudiantes de nivel secundario, disminuir las tasas de repitencia y abandono escolar e incrementar la terminalidad/graduación. El programa se compone de un trabajo pedagógico institucional que consiste en el desarrollo de una propuesta de prácticas pedagógicas a partir de *saberes integrados*, y una evaluación colegiada. En el año 2018 se dio inicio a esta experiencia pedagógica, comenzando por el primer año de la educación secundaria básica (estudiantes de 12 - 13 años).

Metodología

En este estudio se propone una investigación cualitativa de corte exploratoria (Hernández, Fernández, Baptista, 2014). La investigación se organiza en dos etapas. En la primera de ellas se indagó sobre las propuestas de aula que desarrollan profesoras y profesores en torno a la enseñanza interdisciplinar en la escuela secundaria, donde se involucra el estudio de la matemática. Para la selección de las propuestas que se analizan en esta investigación, en primer lugar, se entrevistó a tres inspectores y dos directores de instituciones que se encuentran en el programa *Escuelas Promotoras*. Esto permitió tomar conocimiento del funcionamiento del programa en las instituciones, las propuestas que desarrollan las y los profesores y las condiciones en las que son gestionadas. En estas entrevistas se pudo conocer que en las instituciones se propone el desarrollo de proyectos en conjunto con al menos dos profesores de diferentes materias del mismo año escolar. Se destina un espacio semanal para que los profesores se reúnan en cada institución para definir temáticas, formas de trabajos y evaluación de manera conjunta. Los profesores son docentes formados de manera monodisciplinar y solo algunos de ellos pueden acceder a tomar cursos sobre aprendizaje basado en proyectos, que son ofrecidos por el programa de política educativa provincial. Estos docentes son denominados en el programa como Profesor Acompañante de Trayectoria, quienes tienen la función de coordinar y establecer nexos entre los profesores y los estudiantes. Estos docentes son los encargados de comunicar al resto la forma de trabajo en la institución.

El estudio de las propuestas de aula de los profesores, demandó recoger estas en

diferentes instituciones educativas que participan del programa *Escuelas Promotoras*. De las propuestas de aula obtenidas se seleccionaron aquellas en las que se involucra a la matemática. En la ciudad donde se desarrolló la investigación hay cinco escuelas secundarias públicas de gestión pública y tres escuelas públicas de gestión privada que participan de dicho programa. De estas escuelas, se tuvo posibilidad de indagar en tres de ellas acerca de las propuestas de aula que desarrollan los profesores: Escuela 1 (gestión pública), Escuela 2 (gestión privada), Escuela 3 (gestión pública). En el siguiente apartado se describen las propuestas de aulas de las que se tuvo acceso y en las que se involucra a la matemática. Las propuestas son documentos que las y los profesores presentan a la dirección de la institución. Estos documentos tienen diversos formatos; en general, los profesores indican el tema sobre el que trata la propuesta, las materias que se involucran, el año escolar al que se destina, los objetivos de la propuesta, una descripción de las actividades a desarrollar y en algunos casos los criterios de evaluación.

En la segunda etapa de la investigación se indagó sobre la formación que se propone en el profesorado en matemática para el desarrollo de prácticas interdisciplinarias. Se analizó el plan de estudio de la carrera de profesorado en matemática, que ofrece una universidad nacional de la misma ciudad a la que pertenecen las instituciones secundarias que facilitaron el acceso a las propuestas de aula. Finalmente, se contrastan los resultados obtenidos en las dos etapas de la investigación.

Trabajos interdisciplinarios que se proponen realizar en la escuela secundaria

En este apartado, para cada una de las escuelas secundarias que permitió acceder a las propuestas desarrolladas en la institución, se analizó el documento y se organizó la información en la Tabla 1.

Tabla 1.

Tabla de análisis de las propuestas desarrollada en las instituciones de nivel secundario

Propuesta	Descripción	Disciplinas	Tiempo	Edad
------------------	--------------------	--------------------	---------------	-------------

Fuente: Elaboración propia.

En la primera columna de la Tabla 1 se identifica con un número la propuesta de aula que se analiza. En la segunda columna (Descripción) se indica la temática de la propuesta y se realiza una breve descripción de la misma. En la tercera columna (Disciplinas) se indican las materias curriculares que interaccionan para el desarrollo de la propuesta. En la cuarta columna (Tiempo para el estudio) se indica el tiempo empleado para el desarrollo de la propuesta. Finalmente, en la última columna, se indica la edad de las y los estudiantes que se involucran en la propuesta.

En la Tabla 2 se indican las propuestas recogidas de las Escuela 1. Se tuvo acceso a seis trabajos.

Tabla 2.
Proyectos desarrollados en la Escuela 1.

Propuesta	Descripción	Disciplinas	Tiempo	Edad
1	La propuesta se orienta a discutir un texto literario donde involucra nociones de diferentes sistemas de numeración. La integración de las prácticas del lenguaje y la matemática permite que los contenidos tratados desde ambas áreas sean enriquecidos y profundizados desde distintas miradas. En este nuevo formato se trabajará a partir de los contenidos mencionados en los diseños curriculares. Se fomentará el desarrollo de actividades grupales, favoreciendo el aprendizaje colectivo.	Matemática Práctica del Lenguaje	1 semana	12-13 años
2	La enseñanza de saberes coordinados posibilita a los estudiantes a avanzar hacia un aprendizaje global, integral de los temas, por ello, la articulación de las materias de Ciencias Naturales y Matemática en la enseñanza de contenidos sobre variedad de especies de seres vivos, ángulos y circunferencias, permite combinar los saberes adquiridos de las ciencias naturales, con las habilidades necesarias para representarlos en diferentes gráficos, cuyo dispositivo es aprendido en el área de la matemática, brindando a los alumnos una interpretación más integrada de los saberes adquiridos.	Matemática Biología	2 semanas	12-13 años

3	<p>En esta propuesta se procura implementar la técnica de batik utilizando pinturas, telas y agua, y los diseños se basan en trazado de figuras planas. A partir de un trozo de tela cuadrado trazamos pliegues paralelos que luego doblamos en forma de triángulo. Se continúa hasta que quede una sola forma triangular. Se interviene la pintura coloreando la forma. Una vez terminado abrimos la tela para comprobar el resultado. Otra posibilidad es amarrar desde el centro hacia los extremos en secciones que tengan la misma distancia para distribuir círculos en el espacio. Queda realizada de esta manera una composición armónica con triángulos o círculos por el espacio de la tela.</p>	Matemática Arte	1 semana	12-13 años
4	<p>En el marco de los nuevos formatos de enseñanza orientadas al trabajo colaborativo entre áreas de diversos saberes, nace como problemática dentro de ciencias sociales la implementación de una maqueta tridimensional del antiguo Egipto. En tal contexto, se hace hincapié en la fundación de las civilizaciones desde la cercanía y beneficios del agua. Por lo cual intercomunicamos la hidráulica, como aprovechamiento del agua, con los contenidos de ciencias naturales sobre la huella hídrica y contaminación. Por otro lado, se destaca la marcada relación con las matemáticas, abarcando así área de geometría y análisis de los cuerpos.</p> <p>Además, desde las áreas de lecto-escritura se avanza en el estudio de tipos de textuales, profundizando así conceptos como coherencia y cohesión.</p>	Matemática Ciencias Sociales Ciencias Naturales Prácticas del Lenguaje Inglés Artística	4 semanas	12-13 años

5	<p>En este contexto de nuevo formato de saberes coordinados hemos acordado desde el área de inglés y Matemática trabajar con situaciones problemáticas donde se reveen las cuatro operaciones básicas y se practique la escritura de cifras altas en Inglés. De esta manera los alumnos y docentes reflexionan problemas matemáticos simples de la vida cotidiana utilizando saberes previos en ambas áreas, teniendo la posibilidad de preguntar a ambas profesoras y de trabajar en ambas áreas. Desde el área de Inglés y Matemática se le propondrá a los alumnos resolver situaciones problemáticas de la vida cotidiana como: calcular la edad de una persona, hallar el resultado de una compra o venta, repartir. Desde matemática se practicará y revisará sistema de numeración y operaciones básicas. Desde inglés se practicarán y revisarán la escritura correcta y completa de números altos.</p>	Matemática Inglés	2 semanas	12-13 años
6	<p>En este nuevo formato de saberes coordinados para trabajar con los alumnos de primer año el siguiente proyecto se trabajará a partir de los siguientes temas del diseño curricular: procesos de nutrición, alimentación, nutrientes y dieta saludable. Partiendo de la premisa de la importancia del conocimiento de los temas mencionados se fomentará el desarrollo de actitudes positivas y críticas con respecto al cuidado de la salud en relación a la alimentación y la actividad física. Se tomará el tema de la nutrición y alimentación saludable como eje principal desde el área de Ciencias Naturales para trabajar en este proyecto en conjunto con las áreas de Matemática, Práctica del Lenguaje y Educación Física.</p>	Matemática Ciencias Naturales, Educación Física Prácticas del Lenguaje	4 semanas	12-13 años

	<p>Desde la materia Ciencias Naturales se trabajarán los alimentos y los nutrientes que estos contienen, cómo seleccionarlos adecuadamente a partir de conocer los requerimientos de nuestro cuerpo para una alimentación equilibrada y los riesgos que nos pueden causar una mala alimentación y el sedentarismo. Se partirá siempre desde la premisa de la importancia del conocimiento para poder seleccionar adecuadamente lo que comemos. A partir de ahí se realizarán encuestas a los alumnos de los otros cursos de la escuela para poder obtener datos acerca de lo que comen en los recreos de la escuela, el motivo de la elección y el conocimiento que tienen en relación a los alimentos saludables. El trabajo que se realizará en conjunto con la profesora de Matemática será obtener números, porcentajes y resultados de las encuestas para poder analizarlos al finalizar el trabajo de investigación. Se realizarán afiches de los resultados que serán expuestos al resto de la comunidad educativa así como también diferentes gráficos acerca de las dietas equilibradas, porciones y requerimientos como pueden ser la pirámide u óvalo nutricional, plato nutricional, etc.</p> <p>Desde el área de Práctica del Lenguaje la profesora trabajará los diferentes problemas alimenticios con ayuda de gente que dará una charla informativa.</p> <p>Desde el área de Educación Física, el profesor trabajará los requerimientos nutricionales en función de la actividad física que se realice.</p>			
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos proporcionados por la Escuela 1.

En la Tabla 3 se describen las propuestas recogidas de las Escuela 2. Se tuvo acceso a tres trabajos.

Tabla 3.

Proyectos desarrollados en la Escuela 2				
Propuesta	Descripción	Disciplinas	Tiempo	Edad
1	En este proyecto se propone una mirada interdisciplinaria de la materia y sus propiedades extensivas e intensivas. En particular, desde el área de Ciencias Naturales se define el concepto de materia y sistema material y se trabaja con las distintas propiedades tanto en forma teórica como experimental. Mientras que desde el área de Matemática son profundizadas las propiedades cuantificables a través del trabajo con la medida, partiendo de situaciones que promuevan la diferenciación entre magnitudes y la elección de unidades adecuadas para medir.	Ciencias Naturales Matemática Informática	3 semanas	12 - 13 años

La propuesta didáctica consta de una serie de actividades que será trabajada por los grupos de alumnos en cada una de las áreas. Se utilizarán los datos experimentales registrados en ciencias naturales como insumo para la resolución de distintas problemáticas en ambas áreas. A través de las actividades propuestas se promoverá la resolución de problemas favoreciendo distintas prácticas del quehacer en Ciencias Naturales y Matemática donde es posible: experimentar, formular hipótesis, estimar, analizar la información, argumentar y validar. En ambas áreas se propondrá brindar espacios mediados por el docente, desde donde se favorezca: la circulación de la palabra, la explicitación de los procedimientos utilizados, la enunciación de conclusiones a las que se van arribando, como también los argumentos que validen esas producciones. Se prestará especial atención a la socialización de los conocimientos adquiridos.

Se introducirá el tema a trabajar desde la presentación de problemas que muestren la necesidad de unidades para medir magnitudes. Se trabajará sobre las distintas magnitudes, sus unidades y sus respectivos pasajes de las mismas. Se presentarán situaciones desde las Ciencias Naturales, para poder realizar los pasajes de unidades correspondientes necesarios, utilizando la matemática como herramienta

2	Este proyecto nos brinda la posibilidad de trabajar desde áreas complementarias que permiten abordar una temática como el clima coordinando contenidos de segundo año. Se trabaja en Matemática la elaboración de los climogramas y la parte relacionada a los cálculos que permitan establecer datos específicos al estudio de los mismos, en tanto que en Geografía se trabaja la interpretación de estos gráficos y los resultados obtenidos. De esta manera, los estudiantes pueden determinar el clima de diferentes países de América.	Geografía Matemática	2 semanas	1 3 - 1 4 años
---	--	-------------------------	--------------	-------------------

3	<p>Se trabajan en conjunto contenidos por medio de un práctico integrador entre ambas materias. La idea general es que los alumnos trabajen las ecuaciones en un contexto, ya que resuelven las mismas en Matemática de manera óptima y cuando se les presenta una ecuación para resolver una situación en particular, como por ejemplo en las leyes de los gases, no pueden resolverla satisfactoriamente.</p> <p>Para llevar a cabo este proyecto se elaboró un trabajo práctico en conjunto de manera tal que los alumnos reconozcan que para poder dar respuesta a situaciones relacionadas con las leyes de los gases, hay que resolver una ecuación. Se trabaja en paralelo en ambas materias y para finalizar se evalúan diferentes situaciones en forma grupal. Los grupos fueron armados por los profesores de acuerdo al rendimiento académico de los alumnos.</p>	Físico - Química Matemática	2 semanas	13 - 14 años
---	--	-----------------------------------	--------------	-----------------

Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos proporcionados por la Escuela 2.

En la Tabla 4 se describen las propuestas recogidas de las Escuela 3. Se tuvo acceso a un trabajo.

Tabla 4.
Proyectos desarrollados en la Escuela 2

Propuesta	Descripción	Disciplinas	Tiempo	Edad
1	Alimentación saludable. Se propone un trabajo conjunto entre las diferentes materias del año escolar para el estudio de diferentes tipos de alimentación, las enfermedades y la elaboración de alimentos saludables. La temática a abordar tiene origen en la materia Ciencias Naturales y en función de las nociones que se proponen estudiar en cada materia para primer año, se aborda la temática.	Matemática, Práctica del Lenguaje, Ciencias Sociales, Ciencias Naturales, Construcción de la Ciudadanía, Inglés, Artística.	24 semanas	12-13 años

Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos proporcionados por la Escuela 3.

Las propuestas que se describen en la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 4 involucran la matemática con diversas disciplinas. En la institución estas propuestas son denominadas proyectos y ponen en evidencia uno de los aspectos relevante que deben compartir las y los profesores al momento de gestionar un trabajo de este tipo, que es el trabajo colaborativo y cooperativo, siendo que por ejemplo las y los profesores consensuan su función en los proyectos y los aspectos a evaluar. Esto se pone de manifiesto en la descripción del Proyecto 3 correspondiente a la Escuela 2; en la descripción del proyecto las y los docentes indican: “Para llevar a cabo este proyecto se elaboró un trabajo práctico en conjunto de manera tal que los alumnos reconozcan que para poder dar respuesta a situaciones relacionadas con las leyes de los gases, hay que resolver una ecuación. Se trabaja en paralelo en ambas materias y para finalizar se evalúan diferentes situaciones en forma grupal.”

Algunos de los acuerdos entre los profesores se basan en qué nociones del diseño curricular estudiar en función de las temáticas establecidas. Por ejemplo en el Proyecto 6 correspondiente a la Escuela 1, las y los profesores indican: “se trabajará a partir de los siguientes temas del diseño curricular: procesos de nutrición, alimentación, nutrientes y dieta saludable (...) con la profesora de Matemática será obtener números, porcentajes y resultados de las encuestas para poder analizarlos al finalizar el trabajo de investigación.”. Así también en el Proyecto 1 correspondiente

a la Escuela 1, las y los profesores indican: “En este nuevo formato se trabajará a partir de los contenidos mencionados en los diseños curriculares. Se fomentará el desarrollo de actividades grupales, favoreciendo el aprendizaje colectivo.” En estas descripciones se pone de manifiesto las condiciones a las que se enfrentan las y los profesores para el desarrollo de estudios interdisciplinarios. Deben ajustar las propuestas a los diseños curriculares de cada materia, para cada año escolar. Los profesores procuran establecer temáticas en las que emerjan nociones de las diferentes materias que componen al diseño curricular. Esto se distancia en abordar problemáticas con sentido, donde el saber de las diferentes disciplinas interaccionen y resulten funcional para estudiarlas.

En otro estudio desarrollado con los profesores de la Escuela 3, se entrevistó a tres profesoras que participaron de la gestión de la propuesta. En esta entrevista se destaca la poca visibilidad de la utilidad matemática para el estudio. La matemática es reducida a un coto numérico, donde solo se calculan proporciones, se interpretan proporciones en diferentes etiquetas de productos, o se presentan porcentajes. En la indagación realizada la matemática no es presentada como un saber útil para atender a problemáticas, sino una herramienta para poder sintetizar información (Autor, 2021).

La formación de profesoras y profesores en matemática en la universidad

En este apartado se caracteriza la formación de profesoras y profesores en matemática de una universidad argentina. Esta institución se encuentra en la misma ciudad a la que pertenecen las escuelas que posibilitaron obtener los trabajos interdisciplinarios que se describieron en la sección anterior. La formación del profesorado en matemática, se analiza en relación a las nuevas propuestas ministeriales para la educación secundaria argentina.

El plan de estudio de la carrera de profesor/a en matemática que se analiza tiene una duración de 4 años y requiere de la aprobación de 26 materias: 14 materias corresponden a la formación disciplinar en Matemática, 8 materias a la formación didáctica, psicológica y epistemológica, 2 materias a la práctica profesional y 2 materias a idioma extranjero. Las materias que conforman la formación disciplinar actualmente son: Álgebra I, Álgebra II, Álgebra III, Álgebra Lineal, Análisis Matemático I, Análisis Matemático II, Análisis Matemático III, Complementos de Análisis, Matemática Discreta, Topología I, Ecuaciones Diferenciales I, Geometría con regla y compás, Probabilidades y Estadística, Elementos de Lógica y Teoría de Conjuntos. En estas materias, en la descripción de nociones mínimas que se proponen estudiar se indican nociones exclusivamente matemáticas (Anexo 1), y queda al interior de cada curso si se propone o no el estudio de situaciones en las que se involucren otras disciplinas. En lo que concierne a la formación disciplinar, esta no colaboraría para formar profesores y profesoras en el diseño de estudios interdisciplinarios, siendo que las problemáticas matemáticas se abordan en el interior de la misma.

Desde la formación didáctica que se establece en la carrera, y de la que la investigadora participa como docente, se propone el estudio de enfoques en Educación Matemática (Autor, 2018; Autor y Otro, 2016a, 2016b, 2017, 2019) que resultarían compatibles con las nuevas propuestas ministeriales para la escuela secundaria argentina. En particular, se propone el estudio de la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Chevallard 1999, 2013, 2017), la que sostiene un cambio en la concepción de la enseñanza y en particular de la matemática. Esta teoría resulta ser compatible con el estudio interdisciplinar que se propone para la escuela secundaria, siendo que evitar el estudio aislado de saberes es el eje central de ambos enfoques. En la perspectiva de la TAD, la actividad matemática escolar es más que resolver problemas: se trata de formular y responder preguntas, buscar en diferentes fuentes, desarrollar diferentes técnicas, realizar conjeturas, validar soluciones, interactuar con otros miembros de la comunidad de estudio, cotejar resultados, técnicas, validaciones, etc.

El plan de renovación de la escuela secundaria argentina adopta un paradigma pedagógico, que presupone una forma de interpretar la educación escolar globalmente, la que considerada y responde a determinados fenómenos que afectan al proceso de estudio escolar en su conjunto. Esta propuesta no es suficiente para atender la problemática de aprendizaje de la matemática. Se requiere de un paradigma didáctico, el cual depende de una disciplina escolar concreta y de una manera de organizar su proceso de estudio. En el caso particular de la matemática Gascón y Nicolás (2020) lo denominan paradigma didáctico - matemático. Este paradigma asume una forma específica de interpretar la educación matemática, responde a fenómenos disciplinares y propone fines y medios operativos.

La TAD expone la necesidad de introducir en los sistemas de enseñanza procesos de estudio funcionales, donde los saberes no constituyan monumentos que las y los profesores enseñan a las y los estudiantes, sino herramientas útiles para estudiar y resolver problemáticas. Desde la TAD se procura que se formulen preguntas en sentido fuerte, es decir que no solo demanden información como respuesta, sino del estudio de herramientas útiles para abordarlas y generar nuevas preguntas. Esta propuesta se materializa en dispositivos didácticos que se denominan Recorridos de Estudio e Investigación (REI). Llevar adelante una enseñanza por REI, requiere incorporar un conjunto de gestos didácticos, que implican modificaciones con respecto a la enseñanza tradicional: tiene como objetivo educativo crear nuevas posturas hacia el aprendizaje caracterizadas por la actitud de problematización, asociada al carácter herbartiano, procognitivo y exotérico (Chevallard, 2013). Esto es, herbartiano en el sentido de que la esencia del aprendizaje es la actitud receptiva hacia la formulación de preguntas y problemas sin resolver; procognitivo en el sentido de considerar que el conocimiento está por descubrirse y no a la revisión del conocimiento ya descubierto; exotérico en el sentido de inmerso en el estudio porque siempre hay lugar para nuevos conocimientos sobre una disciplina; y finalmente la actitud de problematización se caracteriza por formular preguntas, tal que algunas se conviertan en problemas para al menos algunas personas.

La enseñanza por REI genera cambios en cuanto a la relación entre la o el profesor, las y los alumnos y el saber. Esto implica cambios de los tiempos didácticos (cronogénesis), la forma en que se organiza el estudio (mesogénesis) y el lugar que ocupan las y los actores del sistema didáctico en la clase (topogénesis). Una enseñanza por REI presupone el estudio de preguntas que son acordadas por las y los integrantes de la comunidad de estudio. Esto demanda repartir responsabilidades y asignar tareas individuales, para luego retornar el proceso grupal de elaboración de respuestas. Las nociones encontradas o reencontradas para elaborar la o las respuestas, serán estudiadas con cierto nivel de profundidad atendiendo a su pertinencia. También es posible que surjan nuevas preguntas, que la comunidad de estudio decidirá cuándo y cómo va a responder. Por lo que, la responsabilidad del estudio no recae en el individuo, sino en la comunidad productora, que sostiene y valida las respuestas que genera colectivamente. En esta propuesta, el o la profesor/a tiene que desplazarse del papel de protagonista principal al igual que en el enfoque que se proyecta para la escuela secundaria. El o la profesor/a se aleja del transmisor de contenidos, del ejecutor de lo que dicen otros o del experto en técnicas de enseñanza. Se trata de un o una director/a del proceso de estudio y de investigación, capaz de incidir oportuna y eficazmente para hacer evolucionar el estudio. Es necesario que las ayudas del profesorado se orienten a que la comunidad logre problematizar la situación de estudio y que el sentido de la misma no se pierda.

En el profesorado en matemática que se involucró en esta investigación, las y los estudiantes tienen oportunidad de vivenciar experiencias que son compatibles con la pedagogía que demanda la propuesta ministerial vigente. Esto constituye un primer acercamiento, pero no es suficiente porque la formación de las y los estudiantes de profesorado es monodisciplinar. Este tipo de formación incide directamente en sus posibilidades de desarrollo de actividades interdisciplinarias. Se requiere que las y los estudiantes de profesorado experimenten un genuino estudio interdisciplinar durante la formación, para que estos participen de procesos de formación con características similares a las que se pretende que enseñen.

Conclusiones

El plan de renovación de la educación secundaria argentina implica generar prácticas orientadas a mejorar el sistema de enseñanza actual. Los documentos curriculares asignan la puesta en marcha del proyecto ministerial a las y los directores y a las y los docentes (Dirección de Educación Secundaria de la Provincia de Buenos Aires, 2017). De esta manera, surge la necesidad de un trabajo interdisciplinario y múltiple entre los actores del sistema educativo donde cada uno aporte miradas, experiencias y conocimientos de saberes superadores de la escuela tradicional.

Las nuevas propuestas ministeriales demandan cambios en la formación de las y los estudiantes de profesorado y de las y los profesores en ejercicio. En particular, desde del profesorado en matemática universitario que se involucró en esta investigación, se propone ingresar a las y los estudiantes a un paradigma didáctico

que los acerca a la pedagogía que demanda las nuevas propuestas ministeriales. Sin embargo, esto no es suficiente, siendo que la formación de las y los estudiantes de profesorado es monodisciplinar, y esto incide directamente en sus posibilidades de desarrollo de actividades interdisciplinarias. La nueva propuesta ministerial interpela esencialmente por un trabajo colaborativo y cooperativo entre las y los profesores que también son formados de manera monodisciplinar. Es necesario que desde la formación se favorezca vivir experiencias en las que se formulen propuestas en las que interactúen estudiantes de diferentes profesorados, en el estudio de problemáticas que favorezcan al estudio interdisciplinar y no condicionadas al estudio de saberes pre-establecidos en el diseño curricular de las instituciones. En particular, esta restricción se puso en evidencia en las propuestas de aula a las que se pudo acceder de tres instituciones de educación secundaria.

La universidad argentina al que pertenece el profesorado de matemática que se analiza en este trabajo, es propicia para facilitar la interacción de las y los estudiantes de diferentes profesorados, siendo que la oferta académica en formación docente para la enseñanza secundaria incluye a los profesorados de: matemática, física, informática, geografía, historia y teatro. Es necesario la creación de espacios donde las y los estudiantes de diferentes profesorados puedan interactuar en el desarrollo de trabajos interdisciplinarios. Las y los estudiantes de profesorado en matemática requieren ser dotados de herramientas que permitan trascender las prácticas tradicionales. Esto nos sumerge en la necesidad de cambiar las formas de pensar y proceder en la clase, buscando involucrar a las y los estudiantes en una educación diferente, útil y funcional al ciudadano del siglo XXI (Chevallard, 2017, Pochulu, 2018). Los problemas que se plantean en la sociedad actual requieren de la integración de saberes provenientes de distintas disciplinas, para ser analizados y sintetizados en un saber integrado que posibilite crear productos, plantear interrogantes y construir diferentes soluciones. A lo largo de la historia existió una estrecha interrelación entre la matemática y las demás disciplinas, las que requieren ser retomadas en las clases actuales a través de la interdisciplinariedad y la modelización como estrategia pedagógica (Chevallard, 2017; Pochulu, 2018).

Notas

1 Doctora en Ciencias de la Educación por la UNC en Argentina. Licenciada en Educación Matemática y Profesora en Matemática y Física por la UNCPBA. Investigadora Adjunta del CONICET. Investigadora del NIECyT. Profesora Adjunta de la Facultad de Ciencias Exactas de la UNCPBA, Tandil, Buenos Aires, Argentina.

Referencias bibliográficas

- D'Amore, B., Godino, J. & Fandiño, M. (2008). Competencias y matemáticas. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 19/2, 221-266.
- Chevallard, Y. (2013) Enseñar Matemáticas en la Sociedad de Mañana: Alegato a favor de un

contraparadigma emergente. REDIMAT, 2(2), 161-182. Recuperado de: <https://hipatiapress.com/hpjournals/index.php/redimat/article/view/631/pdf>

Chevallard, Y. (2017). ¿Por qué enseñar matemáticas en secundaria? Una pregunta vital para los tiempos que se avecinan. La Gaceta de la RSME, 20 (1), 159–169. Recuperado de: <https://gaceta.rsme.es/abrir.php?id=1378>

Corica, A. (2018). Análisis de la gestión de un dispositivo didáctico formulado en el marco de la TAD. Revista Eletrônica de Educação Matemática, 13(2), 54-71.

Corica, A. (2021). ABP en la escuela secundaria argentina: la experiencia de profesores en servicio. Revista Educación. 45(1), 1- 16.

Corica, A. & Otero, M. (2016a). Diseño e Implementación de un Curso para la Formación de Profesores en Matemática: una Propuesta desde la TAD. BOLEMA. 30(55), 763-785.

Corica, A. & Otero, M. (2016b). Estudio de dispositivos didácticos propuestos por futuros profesores de Matemática: un análisis desde la TAD. Perspectiva Educacional. 55(2), 21-37.

Corica, A. & Otero, M. (2017). Análisis de un dispositivo didáctico propuesto por futuros profesores de matemática formados en la TAD. Avances de Investigación en Matemática Educativa, 12, 79-95.

Corica, A. & Otero, M. (2019). Análisis de la gestión de un dispositivo didáctico por un estudiante de profesorado en matemática. BOLEMA, 33(63), 226-247.

Dirección de educación secundaria de la provincia de buenos aires. (2017). Saberes coordinados y aprendizaje basado en proyectos: hacia una enseñanza compartida para lograr aprendizajes integrados. Documentos de actualización curricular. Buenos Aires: Gobierno de la provincia de Buenos Aires. Recuperado de: <https://bit.ly/30KNfzH>

Gascon, J., Nicolás, P. (2020). Paradigmas didácticos y reforma curricular: el caso de la Teoría Antropológica de lo Didáctico. Educação Matemática Pesquisa, 22(4), 423 – 437. Disponible en: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/50025>

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México D.F, México: Editorial Mc Graw Hill.

Ministerio de Educación de la Nación (2017). Marco de Organización de los Aprendizajes para la Educación Obligatoria Argentina (MOA). Anexo Resolución CFE Nro 330/17. Recuperado de: http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/normas/RCFE_330-17.pdf

Pochulu, M. (2018). La modelización en Matemática: marco de referencia y aplicaciones. Villa María: GIDED

Secretaría de Innovación y Calidad Educativa. (2018). Marco Nacional para la Mejora del Aprendizaje en Matemática. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología.

Vergara, J. (2016). Aprendo porque quiero. El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), paso a paso. Madrid, España: Biblioteca Innovación Educativa, Ediciones SM.

Anexo 1

Álgebra I

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 4 hs.

Dictado: Primer año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Números naturales. Inducción. Combinatoria. Polinomios. Números complejos. Vectores en el plano y el espacio. Ángulo entre vectores, distancia, norma, desigualdad de Cauchy-Sch-wartz. Producto escalar, vectorial y mixto. Ecuación de la recta y del plano. Cónicas y cuádricas. Sistemas de ecuaciones lineales. Matrices. Determinantes. Regla de Cramer. Métodos de escalonamiento (pivote, triangulación, Gauss, factorización LU).

Análisis Matemático I

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 4 hs.

Dictado: Primer año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Funciones en \mathbb{R} . Sucesiones. Límite, continuidad y derivada en \mathbb{R} . Aproximaciones de números reales. Teoremas del Valor Medio. Desarrollo en serie de potencias (Taylor); convergencia. Máximos y mínimos. Integral definida e indefinida. Técnicas de integración. Aplicaciones geométricas y físicas (áreas, volúmenes, longitud de curvas).

Matemática Discreta

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Primer año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Lógica proposicional. Conjuntos. Relaciones. Números enteros. Funciones parte entera. Técnicas de suma. Congruencia. Introducción a las estructuras algebraicas: monoide, semigrupo, grupo, cuerpos finitos, álgebras. Algebra libre. Morfismos. Álgebras de Boole. Elementos de estimación asintótica, complejidad. Sucesiones recurrentes. Funciones generadoras.

Álgebra Lineal

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 4 hs.

Dictado: Primer año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Espacios vectoriales: grupos y cuerpos. Independencia lineal. Transformaciones lineales. Autovalores y autovectores. Espacios propios y diagonalización. Espacios con producto interno. Bases ortogonales y ortonormales (Gram-Schmidt). Proyección ortogonal. Cuadrados mínimos. Transformaciones ortogonales: rotaciones y reflexiones. Formas bilineales y cuadráticas; diagonalización. Ley de inercia. Clasificación afín y euclídea de funciones cuadráticas.

Análisis Matemático II

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 4 hs.

Dictado: Segundo año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Funciones de varias variables reales; derivación y continuidad. Curvas y superficies de nivel. Derivada parcial y direccional. Fórmula de Taylor para campos

escalares. Máximos y mínimos. Extremos condicionados. Integrales múltiples. Funciones vectoriales. Curvatura. Integrales de línea y de superficie. Gradiente, Divergencia, Rotor y Flujo. Coordenadas esféricas y cilíndricas. Teoremas de Stokes y de Green. Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer y segundo orden.

Elementos de Lógica y Teoría de Conjuntos

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Segundo año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Lenguajes proposicionales. Tablas de verdad. Valuaciones. Consecuencia semántica. Formas normales. Lógica de predicados. Estructuras de 1er. Orden. Axiomas de la teoría de conjuntos. Álgebra de conjuntos. Álgebras de Boole. Relaciones y funciones. Conjuntos numéricos. Sistemas de Peano. Teorema de recursión. Cardinales. Conjuntos contables. Aritmética cardinal. Axioma de elección y equivalencias.

Complementos de Análisis

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Segundo año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Funciones trigonométricas: identidades, propiedades analíticas y geométricas. Teorema de Bolzano-Weierstrass. Teoremas de continuidad y derivada en \mathbb{R} . Sucesiones de Cauchy. El número e ; función exponencial y logaritmo. Criterios de convergencia de series numéricas. Sucesiones y series de funciones. Lema de Abel. Series de potencias. Teoremas de aproximación. Integrales impropias.

Álgebra II

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Segundo año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Transformaciones afines, movimientos, semejanzas. Diagonalización de matrices. Polinomio minimal y característico. Triangulación de matrices y forma normal de Jordan. Endomorfismos; subespacios invariantes. Descomposición primaria. Formas canónicas. Forma de Schmidt. Espacios con producto interno. Formas hermitianas; operadores positivos, adjuntos, autoadjuntos, unitarios; aplicaciones. Teorema espectral para operadores normales. Aplicaciones varias: sucesiones recurrentes, ecuaciones en diferencias, etc.

Probabilidades y Estadística

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 4 hs., Práctica: 6 hs.

Dictado: Segundo año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Estadística. Introducción. Indicadores de posición y de dispersión. Introducción a las probabilidades. Variables aleatorias finitas y numerables. Funciones generatrices. Extensión de los axiomas. Algunas leyes continuas. Nociones de estimación, test y decisiones estadísticas.

Muestreo. Vectores aleatorios. Nociones sobre procesos de Markov.

Geometría con regla y compás

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Segundo año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Geometría. Polígonos. Polígonos convexos y cóncavos. La suma de los ángulos interiores de un polígono. Polígonos regulares. La circunferencia y sus elementos. Tangentes, arco capaz y potencia. Teorema del seno. Construcciones con regla y compás. Polígonos regulares construibles con regla y compás. Geometría reticular. La fórmula de Pick para áreas. Polígonos regulares en el retículo. Los teoremas de Blichfeldt y de Minkowsky. Las transformaciones rígidas del plano con números complejos. Aplicaciones a la resolución de problemas geométricos en el plano.

Análisis Matemático III

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 4 hs.

Dictado: Tercer año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Números complejos. Funciones analíticas. Integrales de contorno. Teorema de Cauchy-Goursat. Fórmula integral de Cauchy. Series de potencias, de Laurent y de Taylor. Funciones holomorfas. Teorema de los residuos. Ceros y polos. Integrales impropias. Transformaciones conformes y de Laplace. Series de Fourier, transformada de Fourier, identidad de Parseval.

Álgebra III

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs. Práctica: 3 hs.

Dictado: Tercer año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Operaciones binarias internas. Grupos: propiedades y ejemplos. Subgrupos. Grupos cíclicos. Teoremas de Lagrange, Euler, Fermat. Homomorfismos de grupos; núcleo e imagen. Subgrupos normales. Grupo cociente. Teoremas de isomorfismo. Grupo de permutaciones. Teorema de Cayley. Productos directos. Subgrupos de Sylow. Teorema de estructura para grupos abelianos finitamente generados. Anillos. Subanillos. Ideales. Morfismos. Anillos cocientes. Dominios. Anillos de división. Dominios euclidianos, de factorización única y principales. Característica de un anillo. Cuerpos. Cuerpo de fracciones de un dominio de integridad. Factorización de polinomios sobre un cuerpo. Extensiones de cuerpos; extensiones algebraicas y trascendentes. Números algebraicos.

Ecuaciones Diferenciales I

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Cuarto año / Primer cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Ecuaciones de primer orden. Ecuaciones lineales de primer orden. Ecuaciones de variables separables. Ecuaciones exactas. Ecuaciones homogéneas. Teoremas de existencia y unicidad. Ecuaciones lineales de segundo orden. Ecuación homogénea con coeficientes constantes. El problema de la inhomogeneidad. Soluciones de ecuaciones lineales de segundo orden con series de potencias. Aplicaciones.

Topología I

Duración: Cuatrimestral. Teoría: 3 hs., Práctica: 3 hs.

Dictado: Cuarto año / Segundo cuatrimestre.

Contenidos mínimos: Espacios métricos. Sucesiones en espacios métricos. Espacios métricos completos y compactos. Homeomorfismos. Contracciones. Teorema del Punto fijo. Completamiento de un espacio métrico. Sucesiones de funciones. Espacios de funciones. Teorema de Dini. Álgebra de funciones. Teorema de Ascoli. Diferenciación en \mathbb{R} . Jacobianos. Regla de la cadena. Teorema del Valor Medio. Derivadas de orden superior. Teorema de Taylor. Teorema de la función implícita. Teorema de la función abierta.