

CLAVES PARA FORMAR DOCENTES DE MATEMÁTICA

Mabel Rodríguez y Marcel Pochulu
(compiladores)

Claves para formar docentes de matemática

Gustavo Carnelli, Paula Leonian, Tamara Marino,
Marcel Pochulu y Mabel Rodríguez

EDICIONES **UNGS**



Universidad
Nacional de
General
Sarmiento

Claves para formar docentes de matemática / Gustavo Carnelli ... [et al.] ;
Compilación de Mabel Rodríguez ; Marcel David Pochulu. - 1a ed - Los
Polvorines : Universidad Nacional de General Sarmiento, 2026.

Libro digital, PDF - (Educación ; 41)

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-630-876-2

1. Matemática. 2. Educación. 3. Formación Docente. I. Carnelli, Gustavo
II. Rodríguez, Mabel, comp. III. Pochulu, Marcel David, comp.

CDD 372.7

EDICIONES **UNGS**

© Universidad Nacional de General Sarmiento, 2026

J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines (B1613GSX)

Prov. de Buenos Aires, Argentina

Tel.: (54 11) 4469-7507

ediciones@campus.ungs.edu.ar

ediciones.ungs.edu.ar

Dirección editorial: Andrés Espinosa

Coordinación editorial: Nicolás Tomasi

Diseño gráfico de colección: Andrés Espinosa

Diseño de tapa: Andrés Espinosa

Diagramación: Eleonora Silva

Corrección: María Inés Castaño

Hecho el depósito que marca la Ley 11723.

Prohibida su reproducción total o parcial.

Derechos reservados.



Libro
Universitario
Argentino

Índice

Introducción	9
<i>Mabel Rodríguez y Marcel Pochulu</i>	

Sección 1. Sobre la formación matemática

Capítulo 1. La especificidad en la formación disciplinar de profesores de matemática	25
<i>Tamara Haydeé Marino</i>	

Capítulo 2. Una experiencia de formación de profesores en una asignatura de Cálculo	37
<i>Gustavo Carnelli</i>	

Capítulo 3. Una experiencia de formación de profesores en una asignatura de fundamentos del Cálculo	49
<i>Mabel Rodríguez</i>	

Capítulo 4. La enseñanza de Estadística y Probabilidad en la formación de profesores de matemática	61
<i>Marcel David Pochulu</i>	

Sección 2. Sobre la formación en educación matemática

Capítulo 5. La inteligencia artificial generativa para el diseño o reformulación de consignas en la formación inicial de profesores.....	77
<i>Marcel David Pochulu</i>	

Capítulo 6. Una experiencia de inmersión en el rol docente	93
<i>Gustavo Carnelli, Paula Leonian y Mabel Rodríguez</i>	

Sección 3. Sobre la formación en la práctica docente

Capítulo 7. La formación para la reflexión sobre las prácticas propias 105

Mabel Rodríguez

Capítulo 8. Diseño de materiales multimediales en la formación
inicial del profesor de matemática en entornos virtuales 117

Marcel David Pochulu

A modo de cierre 133

Introducción

Mabel Rodríguez y Marcel Pochulu

1. Roles del docente y necesidades actuales de la formación docente

Las transformaciones en los escenarios escolares, la masificación de la educación superior y el avance de las tecnologías digitales han complejizado las demandas hacia quienes ejercen la docencia. Se espera que los profesores de matemática no solo dominen su disciplina, sino que sean capaces de mediar significados, generar condiciones de aprendizaje, tomar decisiones en contextos cambiantes y participar en la producción de nuevas prácticas profesionales. Esta ampliación del rol docente implica revisar los modos en que se concibe y se organiza su formación inicial, evitando que quede reducida a la transmisión de técnicas o a la reproducción de formas tradicionales de enseñar.

En el caso de la formación en matemática, esta revisión se vuelve especialmente urgente. Como señalan Fierro y Rodríguez (2015), la práctica docente en el profesorado no debe pensarse como un momento de aplicación, sino como un espacio para la construcción de saber pedagógico y didáctico situado, donde el estudiante pueda enfrentar la complejidad del aula y reflexionar sobre sus propias decisiones. En esta línea, el docente que forma docentes no

puede limitarse a enseñar contenidos o metodologías, sino que debe propiciar experiencias formativas que interroguen las condiciones en las que se produce el conocimiento matemático escolar y el rol que el futuro profesor asume frente a ello.

Desde una perspectiva convergente, Carrillo et al. (2014) proponen un marco teórico que da cuenta de la especificidad del conocimiento profesional del profesor de matemática. Este modelo permite comprender que las decisiones didácticas del docente no solo dependen del dominio de los contenidos o de las estrategias de enseñanza, sino de la interacción entre múltiples componentes que se configuran en la práctica, como la comprensión del contenido desde una mirada pedagógica, la anticipación de las dificultades de los estudiantes o la sensibilidad frente a los contextos escolares. Incluir estos saberes en la formación inicial resulta imprescindible para construir una identidad profesional sólida y comprometida con la enseñanza.

Los cambios institucionales y las trayectorias estudiantiles heterogéneas exigen dispositivos que integren dimensiones técnicas, éticas y políticas. No se trata únicamente de formar en contenidos matemáticos y en teorías didácticas, sino de generar condiciones para que los futuros docentes puedan leer críticamente las situaciones que enfrentan, construir criterios para intervenir y revisar sus propias prácticas desde marcos conceptuales sólidos. Esta mirada ha sido desarrollada, entre otros, por Barreiro et al. (2022), quienes enfatizan la necesidad de pensar metodologías formativas que habiliten el análisis, la argumentación y la reelaboración de decisiones docentes, no como ejercicios retrospectivos, sino como prácticas profesionales situadas en la tensión entre saber y hacer.

Desde otra perspectiva complementaria, Llinares (2000) sostiene que comprender la práctica profesional del profesor de matemática implica analizar los modos de participación en comunidades donde se negocian significados y se utilizan herramientas como el lenguaje, los sistemas de representación y las tareas. Esta mirada permite entender que enseñar matemática no se reduce a dominar contenidos ni a aplicar técnicas, sino a posicionarse en una práctica social que articula propósitos, recursos y contextos. En esta línea, se requiere una formación capaz de hacer visible la complejidad de la enseñanza, de modo que los futuros profesores construyan saberes profesionales a partir de experiencias de inmersión crítica, no de idealizaciones.

Este libro se sitúa en ese horizonte. Recupera experiencias de formación inicial que enfrentan esta complejidad no con respuestas cerradas, sino con

propuestas que buscan abrir preguntas sobre qué significa formar profesores de matemática en contextos actuales. Cada capítulo, desde distintas perspectivas, se inscribe en esa búsqueda por construir una didáctica de la formación que no se limite a replicar modelos, sino que habilite procesos genuinos de comprensión y transformación de la enseñanza.

2. La complejidad de la formación inicial: más allá de enseñar matemática y educación matemática

En muchos dispositivos de formación inicial se mantiene la idea implícita de que basta con enseñar buena matemática y acompañarla de algunos recursos didácticos para formar profesores competentes. Esta concepción, aunque extendida, resulta insuficiente para responder a las complejidades actuales del oficio docente. Enseñar matemática a quien se está formando como profesor no equivale a formar un profesor de matemática. Esa distinción, que podría parecer sutil, encierra decisiones de fondo sobre el tipo de saber que se espera que construya quien transita el profesorado, sobre las prácticas en que ese saber se configura y sobre los modos en que se reconoce o no su especificidad profesional.

La formación inicial implica acompañar al futuro docente en el desarrollo de un conocimiento profesional que no se limita al dominio de contenidos matemáticos ni a la apropiación de marcos teóricos de la didáctica. Involucra también la construcción de una mirada crítica sobre la enseñanza, la posibilidad de interpretar lo que ocurre en el aula y de tomar decisiones fundamentadas en contextos reales. En ese proceso, los dispositivos de formación deben habilitar la reflexión situada, el trabajo colaborativo, la revisión de supuestos y la exploración de herramientas que permitan al estudiante transitar tensiones propias del rol docente.

Llinares (2000) ha insistido en que comprender la práctica del profesor de matemática requiere considerar cómo se entrelazan las dimensiones epistemológica, cognitiva, social e institucional del conocimiento profesional. No se trata solo de saber matemática, sino de saber enseñarla en condiciones particulares, con estudiantes reales y en contextos complejos. La práctica docente no puede pensarse como una mera aplicación de teorías ni como una ejecución de estrategias prediseñadas. Se construye en la acción, en el vínculo con otros, en la revisión constante de lo que se hace y se podría haber hecho.

Esa complejidad exige revisar también los modos en que se organiza la formación. Las trayectorias fragmentadas, la superposición de saberes inconexos, la escasa articulación entre los espacios disciplinares y didácticos, y la ausencia de dispositivos que habiliten el análisis de la propia práctica, son obstáculos que se repiten en múltiples instituciones. Como señalan Fierro y Rodríguez (2015), la formación debe incluir espacios genuinos de reflexión sobre la enseñanza, donde los futuros profesores puedan asumir la práctica como objeto de conocimiento, explorar alternativas, revisar decisiones y resignificar lo vivido.

No alcanza con ofrecer buenos cursos de matemática ni con sumar algunas referencias de didáctica. Es necesario construir propuestas que integren esos saberes en situaciones de enseñanza concretas, que habiliten la problematización de la práctica y que reconozcan al futuro docente como sujeto en formación profesional y no como simple reproductor de conocimientos. Esa es una de las apuestas centrales del presente libro, cuyas experiencias dan cuenta de diversas maneras de asumir este desafío.

3. Formación docente y marcos de referencia: de la enseñanza de la matemática a la formación de quienes la enseñan

En trabajos anteriores hemos sistematizado distintas líneas de educación matemática que han orientado la enseñanza de contenidos en el aula escolar. En particular, el mapa presentado en un volumen anterior de esta colección (Pochulu y Rodríguez, 2012) organiza una serie de enfoques teóricos que, si bien diversos en sus fundamentos, comparten una preocupación común: ofrecer marcos conceptuales para comprender y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática en distintos niveles escolares. Allí se recuperan desarrollos como la teoría de situaciones didácticas, la modelización matemática, el enfoque ontosemiótico, la resolución de problemas, entre otros, que han sido centrales para pensar las prácticas de aula, el diseño de tareas y la gestión de clases en contextos escolares.

Mapa 1. Líneas de educación matemática centradas en la enseñanza de la matemática escolar



Fuente: adaptada de Pochulu y Rodríguez (2012).

Este mapa ha resultado un insumo valioso para el análisis didáctico, aunque su foco no está puesto en la formación docente como objeto específico. Si bien muchas de estas líneas también se hacen presentes en el trabajo en los profesores, el libro desplaza la mirada hacia una preocupación distinta. La cuestión central gira en torno a cómo se forma un profesor de matemática, qué implica acompañar la construcción del saber profesional y qué dimensiones entran en juego cuando quien se forma ya no es un estudiante escolar, sino un futuro docente. Este cambio no representa una simple ampliación temática, sino una transformación del objeto mismo del trabajo formativo.

Formar profesores de matemática no se reduce a enseñar buena matemática ni a incorporar referencias didácticas en los cursos disciplinares. Exige abrir el campo hacia otras preguntas: ¿cómo se construye el saber profesional docente? ¿Qué saberes didácticos, profesionales y reflexivos requiere un futuro profesor para interpretar y transformar lo que sucede en el aula? ¿Qué rol ocupan la práctica, la metacognición, la reflexividad y la conciencia sobre el propio posicionamiento en estos procesos?

A diferencia del profesor de secundaria, que se ocupa de enseñar contenidos a estudiantes escolares, el formador de formadores toma decisiones que no se limitan al contenido ni a la gestión de clase. Interviene sobre la construcción de criterios

profesionales, propone espacios de reflexión crítica, habilita procesos de análisis de la práctica y media la apropiación de herramientas que no están centradas exclusivamente en la matemática como disciplina, sino en el oficio de enseñar. Como señalan Escobar Sánchez y Rodríguez (2025), la formación docente inicial implica un trabajo complejo y situado que articula saberes disciplinares, didácticos y profesionales en una relación dialéctica con las prácticas de enseñanza. Esto supone reconocer que la formación no es un proceso neutro ni lineal, sino que implica disputas por el sentido del saber enseñar, por las formas de acompañar y por las herramientas que se consideran legítimas para construir conocimiento pedagógico.

Para representar estas nuevas preocupaciones, el mapa que aquí se propone organiza los desarrollos actuales que abordan la formación del profesorado como objeto específico, incorporando dimensiones propias del trabajo de los formadores. En este mapa se articulan nodos como la reflexión sobre la práctica, la formación situada, la apropiación de marcos teóricos para comprender la enseñanza, el análisis de clases, el diseño de tareas con propósitos formativos, el rol de las tecnologías en la formación docente, entre otros. A diferencia del mapa anterior, que se centraba en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en contextos escolares, este mapa recupera líneas y perspectivas que permiten pensar la formación de profesores como un campo específico dentro de la educación matemática.

Mapa 2. Dimensiones centrales en la formación de profesores de Matemática



Fuente: elaboración propia.

Aunque este nuevo mapa introduce dimensiones propias del campo de la formación de formadores, no se construye de manera aislada. La formación matemática y didáctica del futuro profesor está atravesada por los enfoques teóricos sistematizados en el mapa anterior. Las líneas de educación matemática no solo orientan la enseñanza escolar, también ofrecen marcos para analizar prácticas, seleccionar tareas, construir criterios y organizar experiencias formativas. Funcionan como lentes conceptuales desde las cuales se interpretan los distintos nodos del nuevo esquema. La banda que rodea el núcleo central del segundo mapa recupera esa idea y sugiere que la formación inicial se apoya en esos marcos, aunque sus decisiones no se agotan en el diseño de la enseñanza escolar y se desplazan hacia el terreno específico de formar a quienes enseñan.

El esquema no busca definir un marco totalizante, sino alentar nuevas preguntas, relaciones e interrogantes que fortalezcan el debate sobre la formación del Profesorado de Matemática en los contextos actuales. Las preocupaciones que organiza recorren de manera transversal los capítulos del libro y no se presentan como categorías cerradas, sino como dimensiones que atraviesan las experiencias formativas y permiten pensar la especificidad de formar a quienes enseñan matemática. Cada una de ellas puede leerse como un campo de decisión vinculado a la práctica, a los marcos teóricos disponibles y a las tensiones propias de los escenarios reales de formación. Lo que sigue no pretende agotar esos sentidos, sino recuperarlos como parte del recorrido que aquí se propone.

El *conocimiento didáctico matemático del profesor* implica la articulación de saberes matemáticos, didácticos y profesionales en función de situaciones reales de enseñanza. Esta articulación se construye progresivamente mediante decisiones formativas que promueven el vínculo entre qué se enseña, cómo se enseña y para qué se enseña. En esta dirección, el modelo del Conocimiento Especializado del Profesor de Matemática (Mathematics Teacher's Specialised Knowledge, conocido con la sigla MTSK), desarrollado por Carrillo et al. (2014), ofrece una estructura conceptual que reconoce la especificidad del conocimiento profesional y lo distingue del conocimiento matemático y del pedagógico genérico. Este modelo identifica dominios especializados del conocimiento que se activan en la práctica, incluido además el papel de las creencias del profesor.

El *análisis de las prácticas profesionales* constituye una actividad reflexiva sistemática basada en situaciones reales de enseñanza, orientada por herramientas conceptuales que permiten describir, interpretar y evaluar lo que ocurre en el aula. Desde el enfoque del *professional noticing*, el análisis supone aprender a

atender selectivamente a los aspectos relevantes de la actividad matemática de los estudiantes, interpretar sus producciones y fundamentar decisiones didácticas (Jacobs et al., 2020). En articulación con los aportes de Gueudet et al. (2020), dicho análisis se concibe como un proceso de reconstrucción crítica de la enseñanza mediado por los recursos y la reflexión colectiva. En términos de Pochulu y Font (2024), las idoneidades didácticas desarrolladas por el enfoque ontosemiótico brindan herramientas para el análisis de las prácticas profesionales.

La *formación situada y análisis de la práctica real* refiere a dispositivos en los que el futuro docente observa, reconstruye y problematiza prácticas propias o ajenas realizadas en contextos reales. Se trata de interrogar clases al identificar decisiones, anticipar alternativas, analizar intervenciones y elaborar criterios fundamentados. Tal como sostiene Llinares (2013, 2016), el uso de productos de la práctica –videos, producciones estudiantiles, registros de clase– resulta clave como insumo para la reflexión profesional. En esta línea, el *noticing* se vuelve un concepto central para comprender cómo los docentes observan, interpretan y deciden en situaciones reales de enseñanza (Bastian et al., 2021). Escobar y Rodríguez (2025) sostienen que la formación inicial debe habilitar experiencias que permitan reconstruir saberes desde la práctica situada, involucrando al estudiante en procesos de indagación sobre lo que hace y sobre las condiciones en que lo hace.

La *reflexión sobre la práctica* implica una reconstrucción interpretativa del accionar docente mediada por marcos teóricos y por el diálogo profesional. Una revisión de lo ocurrido es reflexiva cuando hay preguntas auténticas, problematización de las decisiones y apertura a otros modos de hacer. Schön (1991) resultó un referente fundamental al conceptualizar cómo los profesionales piensan en y desde la acción en contextos de incertidumbre. En educación matemática, diversos autores han profundizado esta idea al mostrar que la reflexión docente supone una reconstrucción significativa que trascienda la descripción de lo sucedido (a modo de ejemplo, Llinares, 2016).

Los *saberes profesionales docentes* incluyen formas de conocimiento que se configuran en el hacer. Involucran la organización de la enseñanza, la gestión del tiempo y de los materiales, la anticipación de dificultades, la intervención didáctica y la evaluación de los procesos de aprendizaje, y son superadores del conocimiento de técnicas y procedimientos para enseñar. Shulman (1986, 1987) y Tardif (2014) han sido fundamentales para conceptualizar estos saberes como conocimientos que se construyen en la acción y que forman parte sustantiva

del oficio de enseñar. Desde el modelo MTSK, estos saberes se entienden como conocimientos especializados que articulan contenido, enseñanza y aprendizaje, y que se activan en la práctica (Carrillo et al., 2014).

Las *creencias y disposiciones profesionales* influyen de manera directa en la forma en que los futuros profesores interpretan las situaciones escolares. Aluden a marcos interpretativos personales desde los cuales se concibe qué se considera enseñar bien, qué se espera del estudiante, qué tipo de conocimiento es válido, cómo se entienden las dificultades y errores, etc. Ernest (1989) demostró el fuerte impacto de las creencias sobre la matemática y su enseñanza en las prácticas docentes. Dichas creencias influyen directamente en las decisiones didácticas, razón por la cual deben hacerse explícitas en los procesos de formación (Thompson, 1992; Ball et al., 2008).

La *construcción de criterios didácticos* constituye uno de los propósitos centrales en la formación del Profesorado de Matemática. Alude a desarrollar la capacidad de fundamentar decisiones, anticipar consecuencias y justificar intervenciones poniendo en juego enfoques, recursos y teorías didácticas disponibles. Los criterios se construyen a partir del análisis de la actividad matemática, de las producciones de los estudiantes y de los efectos de la enseñanza. En este sentido, el criterio didáctico constituye un saber profesional argumentado (Ball et al., 2008; Carrillo et al., 2014). En Barreiro et al. (2022), se plantean criterios metodológicos para la redacción de consignas, las intervenciones docentes y el diseño de actividades que promuevan un uso reflexivo de las tecnologías. Los criterios didácticos que los docentes construyan emergerán del análisis de alternativas, del contraste de perspectivas y de una reflexión sostenida sobre la enseñanza.

El *uso de recursos tecnológicos* adquiere relevancia como objeto de análisis y no solo como herramienta. Los recursos digitales se comprenden como parte de los sistemas documentales del profesor, que transforman la práctica y los modos de enseñar, representar y validar conocimiento matemático (Gueudet et al., 2020; Drijvers, 2020). Los criterios de incorporación en consignas recién mencionados (Barreiro et al., 2022), así como la reciente inclusión de la inteligencia artificial como soporte para el diseño de tareas (Pochulu y Font, 2025) son objeto de estudio y parte de la formación de profesores.

La *producción de saberes en entornos colaborativos* remite a tipos de formación que superan la lógica individual. Desde la perspectiva de las comunidades de práctica, el conocimiento profesional se construye en el intercambio, la co-construcción de tareas y el análisis compartido de la enseñanza (Wenger, 1998;

Bannister, 2018). El trabajo colaborativo fortalece la reflexividad, la innovación y los procesos de profesionalización docente (Huang et al., 2021; Lerman, 2020).

Por último, la inclusión de puntos suspensivos en el esquema no responde a un descuido, sino que busca dejar abierta la representación. La formación inicial de profesores no puede ser reducida a una única estructura. Existen otras dimensiones, prácticas y dispositivos que también inciden en el proceso formativo y que, según el contexto institucional, pueden adquirir centralidad.

Entre las dimensiones no representadas explícitamente en la figura, pero que resultan fundamentales en algunos contextos, se encuentran el desarrollo de capacidades para enseñar educación matemática como campo específico, la participación en instancias de investigación, la coordinación de prácticas profesionalizantes y la formación de futuros formadores. Estas funciones no siempre son abordadas en la formación inicial, pero constituyen proyecciones relevantes del rol docente en instituciones de nivel superior.

Lejos de ofrecer una organización cerrada, la figura presentada se propone como un recurso abierto para revisar, tensionar y enriquecer el trabajo de los formadores. En particular, esta segunda representación permite situar el enfoque del libro en una clave distinta, centrada no solo en la enseñanza escolar de la matemática, sino en la construcción de la profesionalidad de quienes deberán asumir esa tarea. Ese desplazamiento constituye el hilo conductor de los desarrollos que aquí se ofrecen.

4. La estructura del libro y una invitación al formador de formadores

El recorrido que propone este libro se organiza en tres grandes secciones que no deben leerse como compartimentos estancos, sino como dimensiones entrelazadas de un mismo problema: cómo formar a quienes enseñarán matemática en los distintos niveles del sistema educativo. Estas secciones recogen experiencias concretas de formación, análisis teóricos, decisiones metodológicas, propuestas didácticas y reflexiones construidas en contextos institucionales diversos. Cada una de ellas se ancla en situaciones reales de trabajo formativo, pero abre al mismo tiempo interrogantes que trascienden esos marcos particulares.

La primera sección aborda la formación desde materias disciplinares, con la convicción de que enseñar matemática en el profesorado no puede limitarse a reproducir los formatos escolares. En esa línea, los capítulos reunidos muestran

cómo es posible construir dispositivos didácticos que no contemplan únicamente enseñar contenidos matemáticos. Más que esto, al hacerlo, se considera el sentido de lo que se enseña, las decisiones que se toman, la especificidad que implica enseñar matemática a futuros profesores, para otra formación profesional o para estudiantes de nivel medio. La cuestión de la especificidad para la formación de profesores desde materias disciplinares es el punto de partida para una reflexión más profunda sobre las formas en que los cursos de matemática pueden habilitar la reconstrucción del saber profesional docente.

La segunda sección se enfoca en los saberes de la educación matemática y su lugar en la formación docente. Las teorías que han orientado históricamente la enseñanza escolar no siempre son retomadas en los profesorados como herramientas de formación profesional. Esta sección propone un movimiento de apropiación crítica de esas teorías, no como un cuerpo acabado que deba ser transmitido, sino como marcos para pensar la enseñanza, para diseñar tareas, para interpretar prácticas y también para formar formadores. Las experiencias reunidas aquí muestran cómo esas líneas teóricas –al ser trabajadas desde propuestas potentes– permiten al futuro docente desarrollar una mirada didáctica que no se reduce a aplicar fórmulas ni a adoptar rutinas heredadas, sino que se orienta a comprender lo que ocurre en la práctica y a decidir con fundamentos.

La tercera sección se desplaza hacia la práctica docente como objeto de formación. En este caso, la mirada se detiene en el momento en que los futuros profesores entran en contacto con la enseñanza real, enfrentan situaciones no previstas, toman decisiones en tiempo real y comienzan a construir una conciencia crítica sobre su hacer. Los capítulos aquí reunidos no ofrecen recetas ni soluciones universales, pero sí muestran cómo es posible diseñar propuestas que acompañen al futuro docente en el análisis de su propia práctica, en el reconocimiento de sus marcos de pensamiento, en la elaboración de criterios y en la apropiación de herramientas que le permitan transformar lo que hace. Se trata de una formación que asume la práctica no como espacio de aplicación, sino como espacio de producción de saber.

En conjunto, las tres secciones trazan una cartografía posible del trabajo formativo con futuros profesores de matemática. No pretenden fijar un modelo ni establecer un itinerario prescriptivo. Por el contrario, reconocen la diversidad de caminos, de contextos, de apuestas teóricas y de decisiones didácticas que atraviesan este campo. Como señalan Escobar y Rodríguez (2025), no se trata de transferir un saber profesional acabado, sino de construir condiciones para

que ese saber se reconstruya, se problematice, se ponga en juego en contextos reales y se abra a la indagación y la transformación.

Este libro no ofrece un recetario. Tampoco plantea una forma única de formar. Lo que ofrece son experiencias situadas que pueden servir como punto de partida, como espejo, como contraste o como provocación. Lo que busca es habilitar nuevas preguntas, abrir discusiones, generar herramientas que permitan pensar de otro modo la formación del profesorado. Lo que espera es que cada lector, desde su rol como formador de futuros profesores, pueda encontrar aquí no solo ideas o propuestas, sino también una invitación a revisar su propio hacer, sus propias decisiones y sus propios modos de acompañar a quienes se inician en el oficio de enseñar matemática.

Formar docentes no es reproducir esquemas ni administrar tiempos institucionales. Es intervenir en un proceso de construcción subjetiva, profesional y ética, que requiere herramientas conceptuales, criterios didácticos, marcos para pensar y espacios de práctica compartida. Este libro es, en ese sentido, una invitación a formar pensando, a enseñar deliberando y a asumir que la formación inicial es, antes que nada, una apuesta.

5. Referencias bibliográficas

- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407.
- Bannister, N. (2018). Theorizing collaborative mathematics teacher learning in communities of practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 49(2), 125–139.
- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Ediciones UNGS.
- Bastian, A., Kaiser, G., Meyer, D., Schwarz, B., & König, J. (2021). Teacher noticing and its growth toward expertise: An expert–novice comparison with pre-service and in-service secondary mathematics teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 110, 205–232.
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., & Muñoz-Catalán, M. C. (2014). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 16(3), 247–264.

- Drijvers, P. (2020). Digital technology in mathematics education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 217–223). Springer.
- Ernest, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. En P. Ernest (Ed.), *Mathematics teaching: The state of the art* (pp. 249–254). Falmer Press.
- Escobar, R. E., & Rodríguez, M. A. (2025). Modelo pedagógico para la formación inicial de maestros en educación matemática. *Paradigma*, 46(1), e2025017.
- Gueudet, G., Trouche, L., & Pepin, B. (2020). The documentational approach to didactics. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 213–216). Springer.
- Huang, X., Huang, R., & Bosch, M. (2021). Analyzing a teacher's learning through cross-cultural collaboration: A praxeological perspective of mathematical knowledge for teaching. *Educational Studies in Mathematics*, 107, 427–446.
- Jacobs, V., Philipp, R., & Sherin, M. (2020). Noticing of mathematics teachers. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 639–641). Springer.
- Lerman, S. (Ed.). (2020). *Encyclopedia of Mathematics Education*. Springer.
- Llinares, S. (2016). Conocimiento profesional del profesor de matemáticas y prácticas de formación. *Revista de Educación*, 372, 145–165.
- Pochulu, M. D., & Font, V. (2025). Idoneidad didáctica de tareas de matemáticas reformuladas con inteligencia artificial. *Paradigma*, 46(1), e2025027.
- Pochulu, M., & Font, V. (2024). Herramientas y constructos del enfoque ontosemiótico del conocimiento e instrucción matemáticos para el diseño y análisis de procesos de enseñanza y aprendizaje. En M. Rodríguez, M. Pochulu, & F. Espinoza (Eds.), *Educación matemática (Vol. 2): Aportes a la formación docente desde diferentes enfoques teóricos* (2ª ed., pp. 15–48). Ediciones UNGS.
- Pochulu, M., & Rodríguez, M. (Comps.). (2012). *Educación matemática. Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos* (Vol. 1). Editorial Universitaria de Villa María & Universidad Nacional de General Sarmiento.

- Schön, D. A. (1991). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Basic Books.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–22.
- Tardif, M. (2014). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Narcea.
- Thompson, A. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127–146). Macmillan.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

Sección 1

Sobre la formación matemática

Formarse como profesor de matemática exige algo más que dominar contenidos disciplinares. Implica revisar críticamente cómo se construyen, enseñan y resignifican esos contenidos en contextos específicos de formación. Esta sección del libro se compone de cuatro capítulos que abordan, desde distintas perspectivas, la formación matemática en instancias institucionalizadas. No se ofrece aquí una visión homogénea del proceso, sino un conjunto de aportes que permiten pensar las tensiones, decisiones y recorridos posibles que se despliegan en la enseñanza de la matemática a futuros docentes.

El primer capítulo examina la especificidad de la formación disciplinar del profesorado, con foco en identificar rasgos que están presentes en clases del nivel superior, por ser pertinentes para formar a futuros docentes de matemática. A través del análisis de distintas propuestas curriculares, se pone en discusión la aparente neutralidad con que suelen presentarse los contenidos matemáticos en estas instancias. Se argumenta que esas decisiones están atravesadas por valoraciones históricas, posicionamientos epistemológicos y finalidades formativas que no siempre se explicitan. El lector es invitado a interrogar la selección de saberes que se legitiman como formativos y las implicancias que estas decisiones tienen en la práctica docente.

El segundo capítulo analiza una experiencia concreta en una asignatura de Cálculo, situada en el cuarto año de un profesorado. Lejos de reducirse a la transmisión de técnicas, la propuesta recupera trayectorias previas, desafíos conceptuales y modalidades de trabajo que promueven el pensamiento crítico sobre nociones fundamentales del Análisis. Se destacan estrategias como la escritura colaborativa, el trabajo con registros gráficos y la producción de explicaciones, no como recursos auxiliares, sino como formas de construir sentido. La experiencia relatada pone en evidencia que enseñar Cálculo en un profesorado requiere intervenir sobre ideas instaladas y abrir espacios para la problematización conceptual.

El tercer capítulo presenta una experiencia en una asignatura sobre fundamentos del Cálculo. En este caso, la formación se enfoca en revisar concepciones intuitivas que los estudiantes traen consigo, muchas veces en conflicto con los significados formales del Análisis. La propuesta no avanza directamente sobre nociones como límite o derivada, sino que propone un trabajo sostenido sobre variación, dependencia y covariación, a través de situaciones que vinculan representaciones gráficas, tablas y lenguaje verbal. El trabajo recupera intervenciones estudiantiles, analiza dificultades recurrentes y muestra cómo el diseño de consignas puede contribuir a construir una comprensión más estructurada de la matemática que se enseñará en niveles posteriores.

El cuarto capítulo aborda la enseñanza de Estadística y Probabilidad en la formación docente, áreas que históricamente han ocupado un lugar marginal en los diseños curriculares, pero que adquieren creciente relevancia en la educación matemática contemporánea. Se discuten obstáculos epistemológicos, decisiones curriculares y modalidades de trabajo que se tensionan en la enseñanza de estos contenidos. A través del análisis de una experiencia concreta, se muestra cómo los futuros docentes enfrentan no solo dificultades conceptuales, sino también la necesidad de reconstruir la mirada sobre lo que implica enseñar a razonar con datos, estimar incertidumbre y analizar situaciones aleatorias. Este capítulo invita a revisar cómo se construye la competencia estadística en la formación inicial y qué condiciones didácticas pueden favorecerla.

Leer esta sección es entrar en diálogo con experiencias formativas que no se presentan como modelos acabados, sino como espacios de reflexión sobre lo que significa enseñar matemática a quienes se preparan para enseñarla. Cada capítulo ofrece una mirada situada, anclada en decisiones reales, y propone al lector interrogar su propia práctica desde una perspectiva crítica y comprometida. El recorrido no busca homogeneizar respuestas, sino habilitar nuevas preguntas que permitan pensar la formación matemática en clave didáctica.

Capítulo 1

La especificidad en la formación disciplinar de profesores de matemática

Tamara Haydeé Marino¹

En este capítulo abordamos la problemática de la formación docente inicial en asignaturas de matemática. En el primer apartado, realizamos una revisión y discusión de los aportes relevados en la bibliografía sobre la especificidad de esta formación. En el segundo apartado, presentamos indicadores, con ejemplos de aplicación, que ilustran diferentes formas de atender a la especificidad de la formación de profesores en el marco de propuestas didácticas de materias disciplinares. Asimismo, planteamos distintos niveles de concreción de dichos indicadores en la propuesta didáctica. Finalmente, en el tercer apartado compartimos algunas reflexiones y conclusiones en torno a la complejidad de atender a la especificidad de formar docentes de matemática desde el interior de materias disciplinares.

1. El problema de formar profesores desde materias disciplinares

Las discusiones sobre la formación matemática de los futuros profesores cobran especial relevancia en contextos donde se tensionan los límites entre la matemática como disciplina académica y su enseñanza como práctica profesional

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento.

situada. En los profesorados, esta tensión se expresa en las decisiones curriculares, en la selección de contenidos y en los modos de enseñanza que se adoptan. Particularmente, la formación de profesores de Matemática se sustenta en saberes específicos que pueden organizarse en torno a distintos ejes tales como: la pedagogía general, la matemática, la educación matemática, las prácticas docentes, las herramientas tecnológicas y de trabajo intelectual, entre otros.

No existe duda de que los ejes referidos a la educación matemática y a las prácticas docentes requieren estrategias, abordajes y herramientas que resultan específicas para el desarrollo de conocimientos y habilidades necesarias para el futuro desempeño profesional. Es posible encontrar en la producción académica propuestas desarrolladas en esta dirección (Anijovich, et al., 2009; Davini, 2015; Sgreccia et al., 2024). Pero en lo referido a la formación matemática, no es tan así.

Al consultar la bibliografía existente en torno a la enseñanza y el aprendizaje de la matemática en la formación inicial se encuentran orientaciones generales tales como que no debe enseñarse matemática a futuros docentes de matemática de la misma manera que a licenciados en matemática, ingenieros o economistas (Santaló, 1994), o recomendaciones referidas a que la metodología de enseñanza de la matemática en el profesorado debe ser coherente, salvando los niveles y la extensión de los temas, con la que los estudiantes, futuros docentes, utilizarán en su quehacer docente (Santaló, 1994; Blanco, 1996; Mellado, 1996, González, 2000).

También se observan propuestas que destacan la importancia de que los docentes en formación experimenten aspectos del quehacer matemático como la modelización o que realicen trayectos formativos para desarrollar competencias profesionales propias del desempeño docente (García Blanco, 2005; Villarreal, 2019; Llinares et al., 2022). Sin embargo, no se muestra cómo estas orientaciones y propuestas mencionadas podrían ser aplicadas en asignaturas disciplinares de matemática. Parecieran circular ciertas concepciones en torno a la formación docente disciplinar, algunas implícitas, otras no tanto. Por un lado, que en las materias de matemática del profesorado se estudia simplemente matemática y que lo específico de la formación pedagógico-didáctica recae en los otros ejes de la formación. Por otro lado, se enuncia que enseñar matemática en el profesorado de la misma manera en que se debería enseñar en el nivel medio sería deseable y suficiente para atender a la especificidad referida. Consideramos relevante cuestionar estas ideas y traer a la discusión la importancia de considerar las particularidades de la formación docente también en el marco de materias de matemática, complejizando y discutiendo la especificidad al interior de la formación disciplinar.

En el apartado siguiente compartimos propuestas que nos permiten dar algunas respuestas a preguntas como las siguientes: ¿cómo podría atenderse a lo específico de la formación docente en las propuestas didácticas de asignaturas de matemática?, ¿cómo se plasmaría esta especificidad en clases de matemática del profesorado?

2. Ejemplos de formas de atender a la especificidad de la formación de profesores en asignaturas matemáticas

En esta sección compartimos algunos indicadores que expresan aspectos referidos a la especificidad de la formación docente en propuestas didácticas de materias de matemática. Estos indicadores podrían ser considerados por quienes forman docentes para el diseño de sus propuestas didácticas, en materias del tronco disciplinar, en las que planteen la enseñanza de contenidos matemáticos en diálogo con habilidades y saberes propios del quehacer docente, atendiendo al futuro desempeño profesional de los estudiantes del profesorado. De esta manera, entendemos que al considerar estos indicadores se estarían aportando, desde la propuesta didáctica, elementos para la construcción de un conocimiento especializado, no solo referido al dominio matemático, sino también al dominio didáctico del contenido (Carrillo et al., 2014).

El listado de indicadores que presentamos surge de un trabajo de investigación en el marco de una tesis doctoral (Marino, 2024), cuyo objetivo fue construir conocimiento sobre la especificidad que presentan propuestas didácticas de matemática por estar destinadas a futuros docentes de este campo. Cabe resaltar que lo que presentamos plasma resultados del trabajo realizado y, como se indica en la tesis referida, no tiene la pretensión de ser un listado exhaustivo. Describimos, a continuación, los indicadores de especificidad.

2.1. Indicadores de especificidad

A partir de los aportes teóricos y de los ejemplos analizados, se torna pertinente explicitar criterios que orienten la planificación y el análisis de propuestas formativas. En este sentido, se presentan a continuación una serie de indicadores que permiten reconocer en qué medida una asignatura de matemática, destinada a la formación inicial de profesores, contempla elementos propios de ese trayecto formativo particular.

I.1. Se considera la matemática escolar al momento de planificar y diseñar la propuesta de enseñanza

Atender a este indicador desde una propuesta didáctica implica poner en relación los temas matemáticos propios de la materia del profesorado con temas y asuntos de la matemática escolar presentes en los diseños curriculares del nivel medio. Esta relación puede abordarse a partir de distintos criterios y, al hacerlo, se estaría contemplando el trabajo que el futuro docente deberá asumir en la escuela media. Un criterio posible podría relacionarse con una intención de abordar contenidos matemáticos de la materia del profesorado, que también están presentes en el nivel medio, sumando aportes que la educación matemática brinda tanto para el formador como para el futuro docente. De manera que quien se está formando como docente podrá comprender tanto el contenido matemático como las complejidades asociadas a su enseñanza y su aprendizaje. Ejemplos de propuestas que un formador podría realizar siguiendo este criterio pueden encontrarse en los capítulos 2 o 4. Otro criterio podría referirse a vincular los temas matemáticos del plan de estudios del profesorado con los contenidos presentes en los diseños curriculares a partir de una mirada crítica de esos conocimientos matemáticos en términos de su pertinencia, utilidad y actualidad.

Es importante resaltar que, si bien el enunciado de este indicador se focaliza en la matemática escolar y en los diseños curriculares del nivel medio, también puede pensarse su aplicación para el caso de contemplar un desempeño docente en la formación superior en carreras no matemáticas como, por ejemplo, en Economía, en Ingeniería o en Sistemas. Una consigna para trabajar con futuros docentes, que atiende al segundo de los criterios mencionados y se enfoca en el nivel superior, podría ser la siguiente:

Tomando el tema “polinomio de Taylor” trabajado en clase, elaborar un escrito que atienda a las siguientes preguntas: ¿qué utilidad tuvo y tiene el polinomio de Taylor dentro de la matemática? ¿Por qué consideran que debería enseñarse, o no, en carreras que usan la matemática como herramienta? ¿Qué utilidad y aplicaciones tiene el polinomio de Taylor en otras disciplinas? ¿Hasta qué punto se justifica sustituir una función por una aproximación polinómica teniendo los desarrollos de software actuales?

Esta consigna no solo pone en diálogo el saber matemático con su funcionalidad en otros contextos, sino que habilita una reflexión crítica sobre los propósitos de enseñanza en diferentes niveles y carreras, y promueve una toma de decisiones fundamentada por parte de quien se forma como docente.

1.2. Se habilita que los estudiantes del profesorado experimenten y vivencien metodologías y estrategias didácticas diferentes a las tradicionales o estereotipadas y sustentadas en teorías o elementos de la educación matemática, que aporten herramientas y nutran el menú de opciones para el momento de pensar las propias propuestas

Este indicador se atiende cuando el formador diseña su propuesta didáctica de tal modo que los docentes en formación experimenten formas diferentes de organización y secuenciación de los contenidos matemáticos y vivencien dispositivos de evaluación distintos a los clásicos parciales de matemática. De este modo, el formador ofrece alternativas a las perspectivas o estilos tradicionales de plantear la enseñanza. Las propuestas alineadas con este indicador presentan una planificación que no responde a la clásica secuenciación lineal de los contenidos, sino que atiende a una organización dada por el abordaje de problemas o que responde a una lógica espiralada de volver sobre los temas matemáticos sumando profundidad y complejidad. En el capítulo 2 puede encontrarse un ejemplo de una materia de matemática del profesorado cuya planificación atiende a esta lógica.

En cuanto a estrategias de evaluación diferentes a las clásicas, una posible consigna para estudiantes más avanzados en la carrera podría ser la siguiente:

Seleccionar un tema de la unidad trabajada y realizar un video explicativo sobre este. Se espera que el video sea breve, pero al mismo tiempo que pueda orientar a un estudiante que no sabe nada del tema sobre las nociones teóricas del tema elegido. Se pide incluir en el video la explicación de la resolución de un “buen problema”.

Es importante remarcar que te estás formando como docente de Matemática y que ya cursaste materias vinculadas con la educación matemática. En consecuencia, no se espera un video que presente una exposición clásica, sino más bien que tenga una impronta educativa (adaptado de Marino, 2024).

Con este tipo de propuestas, se aporta no solo a la construcción de un conocimiento especializado, sino también a la conformación de creencias sobre la enseñanza y el aprendizaje de la matemática que contrarresten miradas y perspectivas tradicionales sobre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación muy arraigadas en el ámbito educativo.

1.3. Se diseñan consignas y tareas en las que los estudiantes del profesorado tengan la oportunidad de ejercitar y desarrollar habilidades que pondrán en juego en su futuro desempeño docente

En este indicador se pone el foco en el quehacer que desarrollarán, en su futuro desempeño docente, los estudiantes del profesorado. Se busca que las clases de matemática del profesorado habiliten un espacio a los docentes en formación para que “ensayen” habilidades que deberán poner en juego en su futuro quehacer docente. Un ejemplo podría ser proponerles la preparación y presentación de un tema matemático. Cada estudiante presenta el tema en clase considerando como destinatarios al resto de los compañeros.

Luego de cada presentación, el formador fomenta un proceso de reflexión conjunta sobre la presentación oral y los recursos utilizados. De esta manera, el formador invita a no poner el foco solo en lo matemático, sino también en las habilidades propias del quehacer docente vinculadas a la gestión de una presentación o clase, tales como la comunicación oral con otros a propósito de un asunto matemático, la elaboración de una respuesta en la inmediatez de la presentación o clase, la selección de ejemplos y aplicaciones pertinentes o, incluso, la propuesta de tareas para la apropiación del saber matemático.

El formador puede facilitar la reflexión a través de preguntas (o mediante una rúbrica, que podría ser consensuada con los mismos estudiantes): ¿se indagaron saberes previos?, ¿se fomentó la participación de los presentes?, ¿se dio lugar a preguntas? Las aplicaciones o ejemplos propuestos: ¿son pertinentes?, ¿favorecen la comprensión del asunto matemático? etc. También sería interesante, como parte de la reflexión, proponerles que piensen acerca de qué se “llevan”, de estas instancias de trabajo, como aprendizajes para su futuro rol. De manera que sean los mismos estudiantes quienes adviertan que estas instancias de “ponerse” en el rol y ejercitar ciertas habilidades aportan herramientas, no solo matemáticas, para su futuro desempeño.

I.4. Se realizan intervenciones con el fin de explicitar relaciones entre lo que se trabaja en la clase de matemática del profesorado con cuestiones vinculadas al futuro quehacer docente

Este indicador se refiere a atender, desde la gestión de la clase del profesorado, aspectos del quehacer docente que deberán desempeñar los estudiantes una vez graduados. Esto puede darse de un modo emergente y no estar necesariamente planificado de antemano. Alude a establecer y explicitar relaciones entre lo que está aconteciendo en la clase de matemática del profesorado con cuestiones asociadas con el futuro rol y desempeño docente. Dichas relaciones pueden movilizarse desde la propia experiencia del formador o desde las conexiones que este pueda establecer con experiencias de los estudiantes en materias de residencia o práctica docente. Con estas intervenciones el formador puede invitar a pensar críticamente sobre la enseñanza a fin de no replicar mecánicamente lo vivido, tanto en la formación inicial como en la experiencia educativa previa.

A modo de ejemplo podemos señalar que en aquellas materias de matemática en las que se abordan temas que están presentes en la matemática escolar, el formador puede propiciar una reflexión en torno a la idea de que no necesariamente el tratamiento que se haga de determinado tema en el marco de la formación inicial sea el que luego deban hacer al enseñar ese tema en la escuela. Reforzando la idea de que no deben “replicar” sino que como docentes deberán tomar decisiones al momento de plantear la enseñanza, atendiendo a las particularidades del grupo y de los objetivos de enseñanza que se propongan. Compartimos un ejemplo de intervención que atiende a lo mencionado y surge en el contexto de estar trabajando la resolución de ecuaciones en una materia de primer año del profesorado:

... esto de operar miembro a miembro apareció la otra clase. Hice una observación crítica sobre lo de “pasar de un miembro a otro” al resolver la ecuación o lo de operar miembro a miembro, que está bueno que uno conozca las justificaciones y fundamentaciones... pero después es otro problema si uno lo tiene que enseñar con chicos... no me llevaría como forma directa que, porque acá se ve la forma fundamentada de las cosas, en la escuela deba hacer lo mismo desde el inicio... no sé, lo pensarán ustedes, pensarán su forma de enseñar esto con el tiempo... yo tengo una postura crítica... (extraído de Marino, 2024)

Vale destacar que este tipo de intervenciones contribuye a la revisión de creencias en la enseñanza y el aprendizaje de la matemática vinculadas a la reproducción de las experiencias educativas vividas.

1.5. Se realizan intervenciones en clase con el fin de compartir con los estudiantes del profesorado las decisiones didácticas, explicitando los criterios que las fundamentan

Este indicador refiere a evidenciar aspectos propios del quehacer docente, atendiendo al futuro desempeño de los estudiantes de profesorado a través de intervenciones que realiza el formador en sus clases. Dichas intervenciones tienen la intención de compartir y explicitar las decisiones que toma como formador y los criterios didácticos que las sustentan. En este compartir las decisiones y los criterios que las sostienen, se apunta a colaborar en la construcción de una perspectiva sobre el quehacer docente en la que se ponga de relieve la toma de decisiones fundamentadas para la enseñanza. De esta manera, se contribuye a la conformación de conocimientos matemáticos y didácticos del contenido, así como se favorece la revisión de creencias en la enseñanza de la matemática.

2.2. Sobre niveles de concreción de los indicadores de especificidad

En la práctica podrían advertirse distintos niveles de concreción de la especificidad que conllevan los distintos indicadores. En un primer nivel, que denominamos *declarativo*, encontramos que la especificidad quedaría acotada a una intencionalidad del formador; no se explicita en la clase, por lo que solo puede apreciarse en su discurso (en la fundamentación del programa o en un diálogo con el formador). En un segundo nivel, que llamamos *informativo*, la especificidad se puede advertir en las clases, en intervenciones y en la propuesta de actividades.

Para el caso de las intervenciones el formador explicita, a través de sus comentarios, que ha pensado en ciertas cuestiones por estar formando futuros profesores. Cuando se trata de actividades, la resolución no incluiría instancias de reflexión o visibilización de la especificidad. De esta manera, la especificidad quedaría en un plano implícito para los docentes en formación. En un tercer nivel, que identificamos como *reflexivo*, encontramos que la especificidad se manifiesta en la clase a través de intervenciones y actividades y, además, se suma

una dimensión de reflexión sobre dichas intervenciones o actividades que involucre a los docentes en formación, de manera que ellos mismos adviertan los aportes de dichas intervenciones y actividades a su futuro desempeño docente.

Las categorías presentadas permiten analizar con mayor profundidad las formas en que las propuestas didácticas expresan su intención de atender a la especificidad de la formación docente. A su vez, habilitan nuevas preguntas sobre el papel del formador y el modo en que su posicionamiento se traduce o no en prácticas concretas.

3. A modo de cierre

Nos interesa resaltar que lo volcado en este capítulo presenta elementos y ejemplos para pensar en torno a la formación específica de los profesores de matemática. No tienen la intención de ser modelos a seguir, sino que se constituyen en propuestas particulares que muestran ideas y sugerencias que podrían funcionar como inspiración para proponer las propias. El foco está puesto en que los aportes a esta especificidad están planteados en materias de matemática. Destacamos la importancia de que quienes estén en el rol de formar docentes en materias de matemática tengan la intención de atender a la especificidad de la formación docente. Sin embargo, sostenemos que dicha intencionalidad no debería quedar solo en la esfera del posicionamiento del formador, sino que se explicita, trabaje y dé lugar en las clases. A su vez, tal explicitación podría enriquecerse con instancias en las que se involucre a los docentes en formación en una reflexión y construcción de aquellos aspectos que resultan útiles para su futuro desempeño docente, atendiendo así al nivel reflexivo de concreción de la especificidad.

En vínculo con lo anterior, resulta clave que cada formador reflexione sobre su propia práctica, estableciendo un diálogo entre lo que declara en la intencionalidad o posicionamiento y lo que efectivamente implementa. Estas instancias, previstas en el plano de trabajo del formador (Rodríguez et al., 2019), permiten identificar posibles incongruencias entre el discurso y la práctica, y ayudan a evitar la falsa creencia de que simplemente enunciar la intención de atender a la especificidad implica, en efecto, hacerlo.

Para finalizar, consideramos que atender a la especificidad de las propuestas didácticas de matemática para la formación de docentes se relaciona con la intencionalidad de que esos estudiantes, a la vez que se forman en la discipli-

na, se “lleven”, por un lado, concepciones, conocimientos, cuestionamientos, reflexiones, etc., referidos al quehacer docente y, por otro, el haber podido “ensayar” habilidades que les resulten útiles y necesarias para ese quehacer (Marino y Rodríguez, 2024).

Este análisis también abre la posibilidad de revisar el modo en que se articulan las expectativas institucionales con las prácticas concretas de enseñanza. Recuperar la especificidad del rol docente en la formación matemática requiere una mirada que reconozca los condicionamientos institucionales, pero también las decisiones formativas que los formadores asumen al diseñar y conducir las propuestas de enseñanza.

4. Referencias bibliográficas

- Anijovich, R., Cappelletti, G., Mora, S., & Sabelli, M. J. (2009). *Transitar la formación pedagógica*. Paidós.
- Blanco, L. (1996). Aprender a enseñar matemáticas: Tipos de conocimientos. En J. Giménez, S. Llinares, & M. V. Sánchez (Eds.), *El proceso de llegar a ser un profesor de primaria: Cuestiones desde la educación matemática* (pp. 199–221). Comares.
- Carrillo, J., Contreras, L. C., Climent, N., Escudero-Ávila, D., Flores-Medrano, E., & Montes, M. A. (Eds.). (2014). *Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. Universidad de Huelva Publicaciones.
- Davini, M. C. (2015). *La formación en la práctica docente*. Paidós.
- García Blanco, M. M. (2005). La formación de profesores de matemática: Un campo de estudio y preocupación. *Educación Matemática*, 17(2), 153–166.
- González, F. (2000). Los nuevos roles del profesor de matemática: Retos de la formación de docentes para el siglo XXI. *Paradigma*, 21(1), 1–20.
- Llinares, S., Breda, A., Climent, N., Fernández, C., Font, V., Lupiáñez, J. L., Moreno, M., Pérez-Tyteca, P., Ruiz-Hidalgo, J. F., & Sánchez, A. (2022). Formación y desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. En L. Blanco Nieto, N. Climent Rodríguez, M. T. González Astudillo, A. Moreno Verdejo, G. Sánchez-Matamoros García, C. de Castro Hernández, & C. Jiménez Gestal (Eds.), *Aportaciones al desarrollo del currículo desde la investigación en educación matemática* (pp. 481–530). Editorial Universidad de Granada.

- Marino, T. (2024). *Sobre la especificidad de propuestas didácticas de enseñanza de matemática en la formación inicial de profesores y profesoras: Un estudio de caso* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Tres de Febrero; Universidad Nacional de Lanús; Universidad Nacional de San Martín]. <https://profemrodri.wixsite.com/mabel/tesis-dirigidas>.
- Marino, T., & Rodríguez, M. (2024). Sobre la especificidad de propuestas didácticas para la formación inicial de profesores de matemática en asignaturas disciplinares. *Paradigma*, 45(1), e2024012. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2024.e2024012.id1525>.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289–302.
- Rodríguez, M., Pochulu, M., & Fierro, M. (2019). Modelo de planos de formación docente para abordar distintos roles del profesor de matemática. *Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes en el Desarrollo de las STEM*, 1(1), 84–103.
- Santaló, L. (Ed.). (1994). *Enfoques: Hacia una didáctica humanista de la matemática*. Troquel.
- Sgreccia, N., Cirelli, M., & Vital, M. (2024). Innovación educativa en la formación docente en matemática a partir de buenas prácticas reconocidas en la biografía escolar: Hacia un dispositivo transversal. *Revista Iberoamericana de Educación*, 95(1), 93–110.
- Villarreal, M. (2019). Experiencias de modelización en la formación de futuros profesores de matemática. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 14(18), 219–234.

Capítulo 2

Una experiencia de formación de profesores en una asignatura de Cálculo

Gustavo Carnelli¹

Este capítulo presenta una experiencia concreta en la enseñanza del Cálculo en el primer año de un Profesorado en Matemática. Se aborda el desafío de enseñar contenidos disciplinares desde una perspectiva que no solo busca la comprensión matemática, sino que también promueve una mirada crítica sobre los modos habituales de presentación del saber.

A través del análisis de una asignatura específica, se problematiza el vínculo entre los conocimientos que se enseñan y la futura tarea docente. Se enfatiza la necesidad de construir propuestas que, sin perder rigurosidad matemática, favorezcan la apropiación de herramientas conceptuales relevantes para la enseñanza.

1. Enseñanza del Cálculo en la formación docente: presentación de algunas problemáticas

Iniciamos esta sección con la presentación de una serie de tres problemáticas de la formación inicial de profesores que hemos decidido atender en el diseño de una asignatura del campo de la formación específica de primer año del Profesorado

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento.

en Matemática del Instituto Superior del Profesorado “Dr. Joaquín V. González”. Se trata de Análisis Matemático I que, según el plan de estudios es anual con una carga horaria de 6 horas cátedra semanales. Es un curso típico de Precálculo y Cálculo con funciones de una variable real. Esto incluye un tratamiento sobre los números reales, las funciones, las funciones elementales y los tres asuntos principales del Cálculo: límite funcional, derivadas e integrales (definidas e indefinidas).

Desde la educación matemática es sabido que la enseñanza del Cálculo presenta distintos desafíos. Uno de ellos está vinculado a la complejidad de los contenidos que se tratan. Otro, enmarcado en un punto de vista institucional, alude a las dificultades de los estudiantes que inician los estudios superiores, que suelen derivar en abandono o desaprobación. El tercero de los desafíos que consideramos aquí corresponde a que se trata de una carrera de formación docente en matemática, por lo que la propuesta de enseñanza debe dar cuenta de esto, a través de algún tipo de especificidad.

A continuación, mostramos que los desafíos señalados son de interés en el campo de la educación matemática y, particularmente, de la formación de profesores. Luego, presentamos cómo los hemos atendido desde la propuesta de enseñanza.

Respecto de los contenidos propios del Cálculo, son conocidos desde hace varios años los trabajos de Artigue (1991 y 1995), quien ha detallado una serie de dificultades asociadas a ellos. Además, hay numerosos trabajos que ofrecen consideraciones, anticipación de errores, sugerencias, etc. para delinear la enseñanza de los números reales, el límite funcional, las derivadas, etc., a raíz de su complejidad. Basta ver los aportes de autores como Tall y Vinner (1981), Cornu (1991), Juter (2005 y 2007), Blázquez y Ortega (2001), y Colombano y Rodríguez (2008, 2009 y 2010), entre otros.

Además, hay otros asuntos más elementales, pero de interés didáctico, propios del Precálculo, que atraviesan esta asignatura como la resolución de ecuaciones del tipo $x^2 = a$ ($a \in \mathbb{R}_{\geq 0}$) o $\operatorname{sen} x = a$ ($a \in \mathbb{R}$, $-1 \leq a \leq 1$). Sobre esto, en Carnelli (2021) puede verse un desarrollo detallado del tema.

Por otra parte, es conocido que el abandono y el rezago en los primeros años de los estudios superiores son particularmente críticos. Abundan los estudios en educación que tratan sobre la problemática del primer año. Hay autores internacionales sumamente reconocidos en estas temáticas, como Chiroleu (1998), Ezcurra (2007, 2005), Tinto (2009) y Parrino (2005). A esto se suman estudios específicos de educación matemática que se centran en la enseñanza y el aprendizaje de la disciplina en este tramo de los estudios. Podemos nombrar

a Abrate et al. (2006), Aragón et al. (2003), Carnelli (2014), Del Puerto et al. (2006) y Mata et al. (2005), entre muchos otros.

El desafío de construir propuestas didácticas específicas para la formación de profesores no puede desligarse de una comprensión crítica del contexto institucional, los perfiles de los estudiantes y las trayectorias formativas. Resulta clave atender no solo qué se enseña y cómo se organiza, sino también para quiénes se diseña la propuesta y qué saberes se espera que los futuros docentes construyan para enfrentar su tarea profesional.

Como último señalamiento, consideramos relevante que la propuesta didáctica de esta asignatura disciplinar resulte específica para la formación de profesores. Esta especificidad, en función de los destinatarios, es un asunto que hace años se expresa en un plano discursivo (Santaló, 1994), pero que pocas veces se ve concretada en las aulas, como se ha discutido en el capítulo 1.

En la sección que sigue compartimos algunas de las respuestas a los planteos anteriores, que hemos puesto en práctica en el dictado de la asignatura.

2. Algunos elementos de la propuesta para la enseñanza del Cálculo

Hemos abordado tres desafíos que entendemos que nuestra propuesta de enseñanza de Análisis Matemático I debe atender: la dificultad del contenido para estudiantes que son novatos en el estudio en el nivel superior, la deserción y la desaprobación que se dan en el primer año de ese nivel educativo, y la atención a los destinatarios de la enseñanza. Desarrollamos ahora los aspectos de nuestra propuesta que atienden estos asuntos.

2.1. La secuenciación de contenidos propuesta

Es usual que al diseñar nuestras propuestas didácticas usemos libros de matemática, manuales, materiales extraídos de la web y, aún, textos escolares. Para el Precálculo y el Cálculo estos materiales abundan. En ocasiones ocurre que utilizamos algún texto que responde en buena medida a lo que trata la asignatura en cuestión y lo proponemos para su uso en el aula, tanto para las partes teóricas como las partes prácticas. Cuando hacemos esto nos perdemos de hacer algo que es específico de la tarea docente: organizar y secuenciar los contenidos

según nuestra visión y, también, elaborar actividades propias, pensadas para ese grupo de estudiantes al que está dirigida la enseñanza.

En un curso como el que nos ocupa acá se trabajan varias cuestiones de complejidad importante para estudiantes ingresantes al nivel superior. Entre ellas podemos mencionar a la definición formal de límite, la noción de completitud de los números reales y la noción de función integrable.

Otra particularidad que encontramos al pensar la enseñanza de la asignatura es que, en una organización clásica –que indica comenzar con los temas del Precálculo–, en las primeras clases el contenido trabajado cambia con alta frecuencia. Así, se recorren las distintas funciones elementales cada una de las cuales tiene sus particularidades y los tiempos que pueden dedicarse a ellas son escasos. Además, ocurre que lo que suele considerarse una revisión de lo aprendido en la escuela secundaria, no lo es, pues los estudiantes no disponen de varios de esos conocimientos. Justo esto ocurre al comienzo de la cursada, momento en que muchos estudiantes abandonan o quizás permanecen, pero no logran seguir el ritmo. Así, lo que pensamos que es un repaso de cuestiones conocidas, para los estudiantes es, en cierta medida, novedoso. Por esto, elegir comenzar por estos temas no parece ser la mejor opción.

Carnelli señala, acerca del plan de estudios de la carrera, que:

Si bien los contenidos mínimos se presentan ordenados según una lógica disciplinar, esto no tiene por qué repetirse al organizar y secuenciar al conjunto de los contenidos del curso. A propósito, podemos aprovechar para precisar lo que hemos comentado como la forma clásica de organización y secuenciación de contenidos. Esta es la regida por una lógica disciplinar y es la que presenta la mayoría de la bibliografía clásica en el tema que corresponda (2022, p. 15).

El criterio clásico de organización de contenidos establece fuertes condicionamientos al dictado del curso y, aún, posibles conflictos con una lógica más cercana a la del aprendizaje.

En este contexto propusimos una organización distinta de los contenidos. Para ello, dividimos a la asignatura en dos partes. A la primera le pusimos el título de *Estudio de funciones*. En esta parte se abordan los contenidos necesarios para abordar ese asunto, que de manera abreviada y en un orden secuencial son: generalidades de las funciones, noción intuitiva de límite para calcular asíntotas verticales, horizontales y oblicuas, continuidad y tipos de discontinuidad, derivadas para poder estudiar funciones polinómicas y racionales;

luego, las funciones elementales, composición de funciones y función inversa; retomamos las funciones elementales con las exponenciales y logarítmicas, a las que le sumamos lo necesario de derivadas para poder estudiar funciones que las involucren a ellas y, también, a las trigonométricas;² por último, integrales indefinidas (como antiderivadas).

Para la segunda parte queda lo más complejo o con mayor carga teórica de cada uno de los grandes temas. En términos más elocuentes, quedan para esta segunda instancia aquellos asuntos que entendemos que, si los trabajamos en momentos más avanzados del curso, tendrán más posibilidades de ser mejor aprendidos: este es el criterio rector de la organización de los contenidos en dos momentos distintos. De manera abreviada, en un orden secuencial, son los siguientes: números reales (con atención a la noción de módulo), idea de completitud de los números reales, funciones inyectivas, suryectivas, biyectivas (invertibles), definición formal de límite, propiedades del límite y de las funciones continuas, derivadas como tasa de cambio, derivabilidad en puntos particulares (puntos de corte en funciones partidas, puntos con tangente vertical, etc.), sistematización de la relación entre extremos y derivada primera y entre puntos de inflexión, y derivada segunda, teoremas del valor medio, diferenciales, polinomio de Taylor, integrales definidas, teorema fundamental del cálculo y área entre curvas.

De esta manera, los grandes temas quedarían distribuidos en dos abordajes distintos, en dos “pasadas”. La primera mitad de la asignatura (ambas partes quedan distribuidas aproximadamente en la mitad del tiempo total) resulta más cercana para estudiantes que inician el curso con dificultades. La idea general de organización y secuenciación de los contenidos en dos momentos distintos está inspirada en un trabajo de El Hasi et al. (1996), en el que se trazan lineamientos para organizar un curso de Cálculo Diferencial e Integral en dos partes: la primera, llamada enfoque gráfico y computacional, y la segunda, presentada como un enfoque conceptual y teórico. Un desarrollo más detallado de nuestra propuesta en lo que hace a la secuenciación y a su fundamentación puede verse en Carnelli (2022).

Con esta característica de la propuesta consideramos que atendemos a las tres problemáticas presentadas: la complejidad del contenido, por eso su distribución en dos momentos; el abandono temprano, por eso comenzamos

² El estudio de las funciones trigonométricas se estudia en detalle en otra asignatura de dictado paralelo.

por un tema que se desarrolla con continuidad durante un tiempo importante (estudio de funciones) y no cambiamos de tema constantemente (como con las funciones elementales); y, también, la especificidad de la carrera de destino, pues el hecho de ver formas alternativas a las clásicas de organización y secuenciación de los contenidos da elementos a los futuros docentes para apropiarse de ello.

Este modo de estructurar los contenidos, con una doble aproximación a los mismos temas desde distintas profundidades, permite que el recorrido no sea lineal ni uniforme, sino que habilite retornos, comparaciones, reconstrucciones y reformulaciones. La organización en dos momentos no implica fragmentación, sino una estrategia formativa que reconoce la complejidad de los conceptos involucrados y la necesidad de construirlos gradualmente, con oportunidades renovadas de comprensión.

En el apartado siguiente ampliamos la explicación acerca de cómo atendemos la especificidad mencionada.

2.2. Discusiones sobre asuntos didáctico-matemáticos en la clase

Una de las características virtuosas que consideramos que debe tener una propuesta de enseñanza y, a la vez, otro de los desafíos mencionados es contemplar la especificidad de la carrera a la que está dirigida. Esto no siempre es posible, pues es común que una asignatura inicial de Cálculo esté dirigida a una diversidad de carreras como las ingenierías, las ciencias económicas, etc. No es nuestro caso, en que los destinatarios son futuros docentes de matemática.

Una asignatura como esta contiene numerosos asuntos que, siendo simples en apariencia, encierran complejidades que los hacen de interés didáctico. A continuación, desarrollamos algunos elementos que atienden esa especificidad.

Hemos dicho que la noción de función inversa la trabajamos en la primera parte y las de inyectividad y suryectividad en la segunda. Nuestra experiencia indica que estas nociones no son simples de comprender cabalmente y que el otorgamiento de estatus (al ponerle nombre, especialmente a la de inyectividad) obstaculiza la construcción del concepto y entra en conflicto con la noción de función. Entonces, en el primer abordaje preguntamos por la inyectividad con distintas formulaciones por la afirmativa o por la negativa: si en una función dada hay distintos elementos con la misma imagen o si todos los elementos del dominio tienen imágenes que son distintas o si hay elementos del codominio con más de una preimagen. También planteamos como forma de análisis la

intersección del gráfico con rectas horizontales que permite trabajar también la expresión *a lo sumo*. Recién en el segundo abordaje, con estudiantes que han avanzado bastante más, vemos la definición de inyectividad. Se requiere contrastarla con la definición de función y, también, realizar demostraciones de la inyectividad de funciones. Además, es el momento para sistematizar la discusión acerca de la resolución de las ecuaciones del tipo $x^2 = a$ ($a \in \mathbb{R} \geq 0$) o $\operatorname{sen} x = a$ ($a \in \mathbb{R}, -1 \leq a \leq 1$), esto es, procesos inversos de funciones no inyectivas. Creemos que en este curso es necesario trabajar la definición de inyectividad. En otros contextos, quizás, sea suficiente un abordaje como el de la primera parte. Podemos aprovechar esto para comentar acerca de una fuerte tendencia que observamos en las clases de matemática (de nivel secundario y superior) que es ser abundante en dar nombres y definiciones de objetos matemáticos, pero trabajar poco con ellos. Creemos que estas decisiones deslucen la imagen de la matemática que transmitimos.

Estas cuestiones no solo las atendemos desde las actividades, sino también las discutimos en la clase. Compartimos las decisiones tomadas y las vinculamos con la escolaridad secundaria. De este modo, aportamos a que los estudiantes comiencen –de manera incipiente–, a pensar en la enseñanza de la matemática. Por un lado, para poner en discusión la idea de que hay una única manera de organizar la enseñanza de los temas. Por otro, a partir del tratamiento de los errores que surgen en contenidos básicos, que ellos deberán superar, pero también a partir de su interés didáctico que retomarán cuando tengan a cargo la enseñanza.

Otra noción que merece central atención en la enseñanza del Cálculo es la de límite de funciones. Como dijimos, en el primer recorrido, construimos la noción intuitiva y lo hacemos junto con la noción de continuidad de manera ensamblada. El fundamento central de esta decisión es favorecer la comprensión de por qué tiene validez la técnica más utilizada por los estudiantes para calcular límites que consiste en hallar la imagen en el punto de análisis. Esta técnica, que se construye naturalmente con la práctica, es más que problemática pues contradice la noción intuitiva de límite –en la que no interesa lo que ocurre en el punto– y porque los estudiantes la utilizan desconociendo cuándo es válido y por qué. Debido a que la técnica vale para funciones que son continuas en ese punto, es que consideramos necesario trabajar a las nociones de límite y continuidad de manera conjunta. Durante la enseñanza del tema, en varios momentos retomamos esto, preguntando acerca de por qué para buscar ciertos límites se busca la imagen de la función en el punto analizado.

Está estudiado que tras la enseñanza del límite se conservan las concepciones espontáneas y se generan otras no apropiadas en torno de esa noción; entre ellas, que el límite no se puede alcanzar o no se puede superar, que el límite se decide buscando imágenes de números cada vez más cercanos al valor en cuestión, etc. Por esto, en el segundo abordaje del tema, proponemos actividades que apuntan a explicitar la insuficiencia de esas concepciones, que tomamos de Colombano y Rodríguez (2008, 2009 y 2010).

Las discusiones en clase no se limitan a aclarar dudas o resolver procedimientos. Funcionan como espacios de problematización donde se confrontan distintas maneras de enseñar y pensar la matemática. De este modo, la clase se transforma también en un ámbito de formación docente, en el que se ensayan argumentaciones, se toman decisiones didácticas y se ejercita la capacidad de anticipar dificultades desde una mirada profesional.

2.3. El tratamiento de las funciones elementales

Como dijimos, las funciones elementales no son trabajadas al comienzo del curso, sino después de que se han estudiado a las polinómicas y a las racionales con herramientas generales dadas por el límite y las derivadas. En las funciones elementales varios de sus elementos característicos son anticipables o calculables con fórmulas específicas. Centramos el estudio de las funciones lineales, cuadráticas, homográficas, entre otras, no en los aspectos algebraicos (resolución de ecuaciones e inecuaciones), sino en las características distintivas que dan sentido matemático a cada una de ellas. A modo de ejemplo, en las lineales, la noción de pendiente (derivada constante) y las propiedades que verifican las funciones de proporcionalidad directa; y en las cuadráticas, la simetría y derivada segunda constante. Hacemos dos precisiones sobre esto. La primera es que, si en matemática hablamos de funciones lineales, por ejemplo, es porque hay funciones en las que, dados dos puntos cualesquiera de su gráfica, el cociente de los incrementos de las variables es constante (lo que llamamos pendiente); esto es que la derivada primera es constante; por esto es que interesa su estudio y, entonces, les ponemos nombre. Bajo esta lógica, la ejercitación no debería estar centrada en la obtención de la expresión analítica a partir de distintos datos, sino en trabajar la noción de pendiente, de las distintas maneras posibles. El estudio de los formatos de las ecuaciones de las rectas es terreno específico

de la geometría analítica. Esto que decimos para las lineales aplica, de modo análogo, a todas las funciones elementales.

La segunda precisión que nos interesa hacer es que al centrar la enseñanza de las funciones elementales en aquello que las distingue, en lo que les da sentido, corremos el foco que tan frecuentemente se pone en la operatoria con los formatos algebraicos.

3. Algunas consideraciones para formadores de profesores de matemática

Muchas veces se señala que las asignaturas específicas de matemática y las de educación matemática están disociadas en la formación docente inicial. Seguramente hay responsabilidades compartidas por la enseñanza: en las disciplinas, falta de preocupación por el vínculo con la enseñanza y el aprendizaje de los contenidos y, en las didácticas, falta de consideración de que lo acumulativo del conocimiento matemático (que es mucho más visible que en otras disciplinas) también se expresa en la enseñanza y, por tanto, los contenidos escolares que se requieren en las didácticas nunca fueron retomados en la formación o solo se lo hizo desde la operatoria numérica y algebraica, usualmente considerada requisito para avanzar en el aprendizaje de la matemática.

Cerramos con una síntesis de las ventajas que le encontramos a la propuesta de la que hemos presentado aquí algunos de sus componentes. Al presentar una organización de los contenidos distinta de la regida por la lógica disciplinar consideramos que los estudiantes tendrán más elementos para pensar sus futuras propuestas de enseñanza de un modo distinto al típico. Además, se resalta la tarea específica del docente como responsable y creador de lo que decide enseñar en sus clases. Al estudiar cada uno de los grandes temas en dos momentos distintos, estos se retoman con más asiduidad, y se evita así favorecer la idea de que los temas vistos pueden quedar en un cierto olvido.

También destacamos el trabajo con esos asuntos básicos, pero de gran interés didáctico, que tiene la matemática y que pueden tratarse en esta asignatura. Con ello, no solo los atendemos para superar las dificultades que tengan nuestros estudiantes, sino también damos elementos para que asuman que deberían tratarlos cuando enseñen matemática.

La experiencia relatada no pretende ofrecer un modelo acabado ni generalizable, sino abrir un espacio de discusión sobre cómo pensar la enseñanza

del Cálculo en clave formativa. La posibilidad de integrar asuntos didáctico-matemáticos en el tratamiento de contenidos disciplinares muestra que es posible formar futuros profesores sin disociar el saber matemático de las decisiones pedagógicas. Esto exige revisar las condiciones institucionales, repensar los formatos tradicionales de enseñanza y asumir que formar docentes implica también formarse en una mirada crítica sobre lo que se enseña y cómo se enseña.

4. Referencias bibliográficas

- Abrate, R., Pochulu, M., & Vargas, J. (2006). *Errores y dificultades en matemática: Análisis de causas y sugerencias de trabajo*. Universidad Nacional de Villa María.
- Aragón, A., Falsetti, M., Formica, A., & Rodríguez, M. (2003). Una forma de dar sentido al tratamiento numérico a nivel preuniversitario. En *Enseñar y aprender en la universidad: Ponencias de la Primera Jornada sobre Docencia de la Universidad Nacional de General Sarmiento (2001)*. Ediciones Al Margen – Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Artigue, M. (1991). Analysis. En D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 167–198). Kluwer Academic Publishers.
- Artigue, M. (1995). La enseñanza de los principios del cálculo: Problemas epistemológicos, cognitivos y didácticos. En P. Gómez (Ed.), *Ingeniería didáctica en educación matemática* (pp. 97–140). Grupo Editorial Iberoamericano.
- Blázquez, S., & Ortega, T. (2001). Los sistemas de representación en la enseñanza del límite. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 4(3), 210–230.
- Carnelli, G. (2014). *Matemática en el ingreso a las universidades nacionales argentinas: Análisis de propuestas de actividades para el aprendizaje* [Tesis doctoral, Universidad de Palermo]. https://www.researchgate.net/publication/341272571_Carnelli-TesisDoctoral.
- Carnelli, G. (2021). *Procesos inversos de funciones no inyectivas*. Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Carnelli, G. (2022). Secuenciación de contenidos: Una propuesta alternativa para la enseñanza del cálculo. *Urania: Revista de divulgación cultural sobre la formación docente en matemática*, 13, 12–21.

- Chiroleu, A. (1998). Admisión a la universidad: Navegando en aguas turbulentas. *Educação & Sociedade*, 19(62), 81–103.
- Colombano, V., & Rodríguez, M. (2008). Un estudio inicial sobre modelos espontáneos de límite funcional a nivel superior. En M. Ascheri, R. Pizarro, & N. Ferreyra (Eds.), *Memorias de la Segunda Reunión Pampeana de Educación Matemática* (pp. 190–198). EdUNLPam.
- Colombano, V., & Rodríguez, M. (2009). Propuesta para superar algunos modelos intuitivos no apropiados de límite funcional. *Revista de Educación Matemática*. <https://doi.org/10.33044/revem.10266>.
- Colombano, V., & Rodríguez, M. (2010). Propuesta para superar algunos modelos intuitivos no apropiados de límite funcional. *Revista de Educación Matemática*. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/REM/article/view/10266/10927>.
- Cornu, B. (1991). Limits. En D. Tall (Ed.), *Advanced mathematical thinking* (pp. 153–166). Kluwer Academic Publishers.
- Del Puerto, S., Minnaard, C., & Seminara, S. (2006). Análisis de los errores: Una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(4).
- El Hasi, C., Falsetti, M., Kulesz, L., & Rodríguez, M. (1996). Nuevo enfoque para un curso universitario de cálculo diferencial e integral. En *Reunión de Educación Matemática*.
- Ezcurra, A. M. (2005). Diagnóstico preliminar de las dificultades de los alumnos de primer ingreso a la educación superior. *Perfiles Educativos*, 27(107), 118–133.
- Ezcurra, A. M. (2007). Los estudiantes de nuevo ingreso: Democratización y responsabilidad institucional. En *Coloquio: La situación de los estudiantes de nuevo ingreso: Un desafío para la universidad del siglo XXI*.
- Juter, K. (2005). Limits of functions – How do students handle them? *Pythagoras*, 61, 11–20.
- Juter, K. (2007). Students' conceptions of limits: High achievers versus low achievers. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 4(1), 53–65.
- Mata, L., Porcel, E., & Romero Zalazar, C. (2005). Conocimientos previos sobre operaciones en reales y sus propiedades en ingresantes a Fa.C.E.N.A.

- En *Comunicaciones científicas y tecnológicas 2005*. Universidad Nacional del Nordeste.
- Parrino, M. (2005). Aristas de la problemática de la deserción universitaria. En *V Coloquio Internacional sobre Gestión Universitaria*. http://www.inpeau.ufsc.br/wp/wpcontent/BD_documentos/coloquio10/52.p.
- Santaló, L. (Ed.). (1994). *Enfoques: Hacia una didáctica humanista de la matemática*. Troquel.
- Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151–169.
- Tinto, V. (2009). Taking student retention seriously: Rethinking the first year of university. En *First Year Experience Curriculum Design Symposium*. Queensland University of Technology.

Capítulo 3

Una experiencia de formación de profesores en una asignatura de fundamentos del Cálculo

Mabel Rodríguez¹

En este capítulo compartimos una experiencia de formación de profesores de Matemática implementada, hace un tiempo, en una asignatura disciplinar del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional del General Sarmiento (UNGS). La intención aquí es mostrar cómo fue diseñada la materia realzando los aspectos específicos puestos en juego por estar destinada a futuros profesores de matemática.

En la primera sección, explicitamos muy brevemente el problema que desde el campo de la educación matemática se advierte cuando esa especificidad no es tenida en cuenta. Luego describimos resultados de un estudio que brindó un vasto conocimiento sobre los estudiantes que cursarían esa asignatura.

En la segunda sección presentamos algunos elementos centrales de la propuesta de formación, explicitamos conexiones que permiten fundamentarla e incluimos algunos ejemplos. En el cierre, dejamos algunas reflexiones para formadores que tienen a cargo espacios disciplinares en la formación de profesores.

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento.

1. El problema de la formación matemática en futuros profesores

Como se ha mencionado y argumentado en el capítulo 1, la falta de especificidad en la formación matemática de futuros docentes es un asunto de relevancia en educación matemática. Así como su importancia se resalta discursivamente, no es claro qué podría verse en una clase de matemática que nos permita reconocer que está dada para futuros profesores.

Entendiendo que no es necesario ahondar en argumentaciones a favor de hacernos cargo de lograr algún tipo de especificidad, avanzamos aquí mencionando algunas características de los estudiantes con quienes se implementó la propuesta que describimos en la siguiente sección.

1.1. El conocimiento sobre los estudiantes

Es sabido que las propuestas de enseñanza deben estar diseñadas para cada grupo de estudiantes. Esto se resalta en el concepto de tarea (Barreiro et al., 2022), en el que se establece la necesidad de conocer el contexto para el cual un docente plantea objetivos y selecciona, modifica o diseña, consignas. De hecho, la pertinencia de las propuestas de enseñanza depende de la coherencia de las tareas. Esto es clave como punto de partida y muchas veces se destina tiempo de clases para diagnosticar conocimientos, intereses, experiencias, etc., para ajustar la enseñanza al grupo particular con el que trabajará.

En este caso particular, el grupo de alumnos que cursaba la asignatura referida en este capítulo había formado parte de una investigación cuyos resultados disponíamos y resultaron una fuente de información invaluable. La investigación correspondió a la tesis de maestría de Paula Leonian (puede verse en Leonian, 2018) y los resultados describían los conocimientos matemáticos de los estudiantes en términos de los tipos de conocimientos especializados del profesor de Matemática (Carrillo et al., 2014). Así, muy sintéticamente, podríamos decir que el grupo de estudiantes presentaba serias dificultades con la comprensión matemática, el uso del lenguaje natural para explicar lo simbólico y confundían la comprensión con la mera lectura de símbolos. Asimismo, al enfrentarlos a resoluciones simples, propias del nivel medio, presentaban dificultades y no habían tenido experiencias de trabajo matemático con actividades más complejas como modelización, resolución de problemas (Polya, 1989) o

demostración. En la siguiente sección describimos algunos puntos centrales de la propuesta diseñada para este grupo de futuros profesores.

2. Elementos clave de una propuesta de formación en una asignatura de fundamentos del Cálculo

La asignatura se denomina Análisis Matemático, corresponde a una materia de fundamentos de Cálculo, es cuatrimestral y se cursa en dos días de cuatro horas reloj cada uno de ellos. Los estudiantes han pasado por cursos de Cálculo en una y varias variables, Álgebra básica y lineal, una materia de Geometría y eventualmente algunas más, de las disciplinares. La materia retoma contenidos ya estudiados, pero plantea objetivos alejados de la operatoria y ligados a la comprensión profunda de los conceptos y las razones que sustentan los resultados del Cálculo.

2.1. Un diseño alrededor de tres ejes y la reorganización de contenidos

Una de las características relevantes de la materia fue diseñarla alrededor de *ejes* que fueran propios de la actividad docente y nodales para abordar las dificultades advertidas. De este modo, por un lado, atenderíamos la especificidad de estar formando profesores, a la vez que fortaleceríamos los conocimientos matemáticos de los estudiantes.

Los ejes considerados fueron:

- Eje 1: recuperación de información, explicación y reflexión.
- Eje 2: uso de conocimiento matemático ante situaciones sencillas, explicación y reflexión.
- Eje 3: uso de conocimiento matemático ante situaciones complejas, explicación y reflexión.

El hecho de organizar una asignatura alrededor de ejes naturalmente desbarató el orden lineal de contenidos matemáticos, como estaríamos acostumbrados a encontrar en un libro o en un programa estándar. Por lo tanto, agrupamos los contenidos matemáticos en bloques, y con la finalidad de abordar ejes, los estudiantes apelaron a los contenidos que requirieran. Los ejes funcionaron

como los objetivos de aprendizaje que el futuro docente abordaría por clase y debió poner en juego contenidos matemáticos de uno de tres bloques.

Los tres bloques en los que organizamos los saberes matemáticos fueron los siguientes.

- Bloque 1: números reales y sucesiones.
- Bloque 2: funciones, límite, continuidad y derivabilidad
- Bloque 3: integración y generalización de conceptos a otros espacios.

2.2. El trabajo en las clases

En cada clase planteamos actividades que abordaran alguno de los ejes. Explicitamos la intencionalidad a los estudiantes enfatizando que, como docentes, tendrían que poder recuperar información, resolver actividades y comprender lo realizado. La explicación, en los ejes, tiene el sentido de *mostrar comprensión*. Desvinculamos *la explicación* (aludida en los ejes) de *las explicaciones que un profesor podría hacer en clase de matemática*. Es una ocasión para discutir con los futuros profesores que hay diferencia entre enseñar y explicar. Aunque suele asociarse “dar clase” con “explicar en el pizarrón un contenido”, *dar clase*, desde la educación matemática, involucra un conjunto de decisiones que incluyen: identificar objetivos valiosos y pertinentes para los estudiantes, seleccionar o diseñar actividades que permitan alcanzarlos y establecer formas de trabajo en el aula en las que la actividad matemática que estos realicen sea valiosa, entre otras. Aquí, como dijimos, la explicación tiene el sentido de mostrar que se ha comprendido aquello que se explica.

No utilizamos una guía de actividades. Todas las clases tuvieron instancias de trabajo individual, en duplas y en equipos, así como exposiciones en el pizarrón para poner en juego el explicar con la finalidad de que quedara claro que comprendían lo realizado.

Tal vez le sorprenda al lector que el primer eje abordara la recuperación de información. A nosotros nos sorprendió más el descubrir que no resultaba sencillo para los estudiantes el reconocer, de un texto, qué parte es una definición, dónde termina, si hay una explicación asociada, dónde empieza y dónde termina, y si hay un ejemplo resuelto, lo mismo. La reflexión, asociada a ese

eje, apunta justamente al reconocimiento de estas cuestiones que, como futuros docentes será clave que manejen con solvencia.

Pusimos énfasis en: el uso del lenguaje natural y simbólico, que pudieran construir ejemplos distintos de los disponibles en libros (tanto de definiciones como de aplicación de propiedades), la importancia de darse cuenta si comprenden y el poder interpretar un texto sobre un contenido nuevo para ellos. Esto último es imprescindible para un futuro profesor considerando que, como docentes, deberán aprender matemática por sí solos ante los cambios curriculares y las necesidades de formación que las instituciones impongan.

Incluimos, a modo de ejemplo, algunas de las actividades dadas a los estudiantes para cada eje.

Ejemplo de actividad para trabajar con el eje 1

Tiene la intención de reflexionar sobre condiciones que cumplen las definiciones.

Luego de haber hecho un repaso sobre temas conocidos, reconocieron saber lo que significa que una función es periódica. Lo primero solicitado fue *generar una definición de función periódica* que les permitiera expresar lo que afirman saber, como si la fueran a publicar en un libro. Luego pedimos *buscar una definición que consideren correcta de función periódica y registrar la fuente*.

En la clase pedimos que la escriban en el pizarrón y que expliquen el significado. Trabajamos sobre cómo se define, qué cuestiones son correctas o no, el uso de los lenguajes para presentar la definición y para explicar, etc. Identificamos que las explicaciones y los ejemplos están fuera de las definiciones y conversamos sobre la posibilidad de generar ejemplos propios.

Ejemplo de actividad para trabajar con el eje 2

Consigna

- 1) a) Probar la propiedad: $\forall x \in \mathbb{R}_{>0}, \forall a \in \mathbb{R}_{>0}, \ln(x \cdot a) = \ln x + \ln a$.
- b) ¿Es posible calcular $\ln(x \cdot a)$ para otros casos que la propiedad anterior no contempla? Si así fuera, indicar cuáles serían esos casos, cómo se calcularía y por qué la propiedad no se aplica.

El eje 2 pone a los estudiantes a resolver actividades matemáticas sencillas. Cabe señalar que no siempre lo que consideramos que podría resultar sencillo efectivamente lo fue. Esto nos hizo ir ajustando las propuestas a lo largo del curso.

Ejemplo de actividad para trabajar con el eje 3

Consigna

Buscar y entender la demostración de la siguiente propiedad de módulo.
Redactar una explicación del enunciado.

Propiedad: $\forall x \in \mathbb{R}, \forall a \in \mathbb{R}, |x - a| \geq |x| - |a|$

Notar que esta consigna también requiere la recuperación de información. El estudiante debe encontrar una demostración de esta propiedad de autoría ajena para luego interpretarla y poder explicarla para mostrar comprensión. El hecho de producir demostraciones sin dudas corresponde a este eje y en la materia resultó de muchísima complejidad.

También en este eje hemos incluido actividades para realizar modelizaciones matemáticas, tareas que los estudiantes no habían enfrentado en otras asignaturas.

2.3. La evaluación

La evaluación se focalizó en el proceso de aprendizaje, para ser consistentes con la propuesta. Hemos incluido como instrumentos:

- Un portfolio (con todas las consignas que fueron dadas de tarea o resueltas en clase y entregadas).
- Dos momentos de defensa presencial e individual del portfolio.
- Un trabajo domiciliario individual sobre la interpretación de parte de un texto sobre tema nuevo.
- Un trabajo domiciliario grupal de modelización de una situación.

Las instancias de defensa del portfolio se desarrollaron en el horario de clase y los estudiantes contaron con el uso de todos sus materiales. Al momento de la entrega de la defensa, esta fue acompañada por el portfolio. A modo de ejemplo, compartimos el enunciado de una de las defensas.

**En todos los puntos en los que pedimos tomar
algo del portfolio, indicar la página**

1ra Parte: Características propias de cada forma de comunicar matemática

1. Presentar una definición matemática correcta que haya sido pedida en alguna tarea del portfolio
2. Dar un ejemplo del concepto matemático definido
3. Explicar si hay diferencias entre dar una definición de un concepto y dar un ejemplo del concepto
4. Enunciar un teorema o una propiedad que haya sido pedida en alguna tarea del portfolio
5. Explicar el enunciado de ese teorema o propiedad (¿qué establece el teorema?)
6. ¿Podrías dar un contraejemplo del teorema o propiedad? Justificar la respuesta

2da parte: Exhibir conocimiento matemático

7. Presentar del portfolio alguna aplicación (propiedad, ejercicio) en donde se use la definición de límite
8. Presentar la demostración del Teorema de Caracterización del Supremo y explicarla

3ra Parte: Reflexión personal

9. Seleccioná del portfolio una consigna en la que muestres tu mayor aprendizaje (indicá desde tu primera resolución/presentación hasta la última). Explicá qué es lo que ahora entendés que antes no, o qué corregiste.
10. Seleccioná alguna tarea en la que muestres que te sirvió el trabajo de la clase. Si no hay, explicá por qué. Explicá lo que considerarás que te sirvió de la clase y cómo se plasmó en tu resolución de la tarea.

La consigna del trabajo de interpretación de un texto de contenido nuevo para los estudiantes fue la siguiente (el texto figura a continuación de la consigna).

TRABAJO DOMICILIARIO

Idea central del trabajo domiciliario: les damos una parte de un texto del nivel superior sobre un contenido matemático nuevo para ustedes. La idea de este trabajo es que *interpreten el texto* y que *produzcan un nuevo texto* que clarifique el original y facilite la lectura.

CONSIGNA DE REALIZACIÓN INDIVIDUAL

a) Producir un *nuevo texto* que complete las cuestiones matemáticas faltantes y que ayude al lector a comprenderlo de manera más simple.

Comentarios para ustedes: tal vez consideren interesante proponer una reestructuración del texto o previo a las demostraciones contar la idea de lo que vendrá, por ejemplo. Consideren que deberá estar la parte formal (es decir “**no** imaginen un texto íntegramente en lenguaje coloquial”), pero podrán sumar explicaciones que le ayuden al lector a ubicarse en lo que viene, lo que se hará, cómo se encara, etc.

Para hacer esta consigna a) les sugerimos seguir los siguientes pasos:

Paso 1. (lo entregarán como *anexo 1*). Identificar “secciones” dentro del texto dado y “la finalidad que cada una persigue” (secciones que no necesariamente estén identificadas como tales)

Comentario para ustedes: aquí se pretende que den una mirada global de la selección del texto.

Observación: se espera un punteo de no más de 10 renglones.

Paso 2. (lo entregarán como *anexo 2*). Para cada “sección” (excepto las demostraciones): hacer un escrito en el que retomen lo que ahí se trabaja, explicando lo matemático, ampliando, completando, corrigiendo si es necesario, etc.

Comentario para ustedes: aquí estarán dando una mirada matemática “fina” a todo salvo las demostraciones.

Observación: se espera aquí que piensen y desmenucen el texto, expliquen, que se vea “lo matemático” que cada uno de ustedes observa.

Paso 3. (lo entregarán como *anexo 3*). Para cada demostración:

Expresar en lenguaje natural el enunciado de la propiedad o resultado que se demostrará.

Reconocer datos y tesis.

Expresar cuál es el plan que usó el autor (mirada global).

Completar cada paso, explicando lo que falte (mirada local).

Comentario para ustedes: aquí estarán interpretando cada una de las demostraciones.

Observación: para las tres primeras viñetas, se esperan respuestas acotadas y precisas. Para la última se espera que produzcan un “nuevo texto del enunciado y su demostración”, en el que se explique con detalle lo que hace, por qué o para qué le sirve, y donde se vea claramente por qué vale cada paso. Pensar que quieren darle a un compañero que no entendió **un nuevo texto**, con el que consideren que se le facilitaría su comprensión.

b) Te invitamos a hacer una reflexión en la que pienses sobre tu propio proceso de interpretación de un texto y qué aporte consideras que te llevas sobre lo trabajado para tu futura tarea docente.

Comentario para ustedes: aquí estarán reflexionando sobre lo trabajado.

Observación: no más de una carilla.

CONSIGNA DE REALIZACIÓN DE A PARES

Producir un *nuevo texto* que complete las cuestiones matemáticas faltantes y que ayude al lector a comprenderlo de manera más simple.

Observaciones: aquí la idea es que cada uno lea el trabajo del compañero y entre los dos generen un escrito que mejore aún más las producciones individuales.

Entregarán el trabajo realizado en conjunto con un compañero. A continuación, cada uno de los escritos individuales. Cada escrito individual debe presentar primero el nuevo texto y al final los anexos.

Fecha de entrega: 15 de noviembre

Entrega por mail

Se tendrán en cuenta para la evaluación los siguientes aspectos:

Que se manifieste comprensión del texto interpretado.

Claridad de la presentación general.

Que se manifieste comprensión de las demostraciones.

Claridad y organización del nuevo texto que facilite la comprensión.

Cuestiones matemáticas correctamente escritas y mencionadas.

Instancia de recuperación

Si no se alcanzó una buena producción en el trabajo domiciliario, se ofrecerá una instancia para mejorarlo.

Las integrales impropias de primera especie. Criterios de convergencia

En el capítulo referido a las integrales definidas se estudia las integrales propias o de Riemann de $f(x)$, en $[a, b]$ y donde el intervalo es acotado y la función es acotada en dicho intervalo.

Definición. Sea $f(x)$ continua en intervalos de la forma $[a, +\infty)$, $(-\infty, b]$ o $(-\infty, +\infty)$.

A las integrales

$$\int_a^{+\infty} f(x) dx, \quad \int_{-\infty}^b f(x) dx \quad \text{y} \quad \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) dx$$

se les llama **integrales impropias de primera especie**.

En cuanto al primer caso podemos definir la función

$$z(b) = \int_a^b f(x) dx, \quad \text{con } b \geq a,$$

si

$$\lim_{b \rightarrow +\infty} z(b) = l$$

llamamos l a la primera integral convergente y por definición

$$\int_a^{+\infty} f(x) dx = \lim_{b \rightarrow +\infty} \int_a^b f(x) dx = l.$$

Si para $b \rightarrow +\infty$ la función $z(b)$ no tiene límite (finito) la primera integral se llamará divergente y no tendrá ningún valor numérico.

A continuación determinaremos para qué valor de m , $\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^m}$ converge y para qué valores diverge.

Para $m \neq 1$:

$$\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^m} = \lim_{b \rightarrow +\infty} \int_1^b \frac{dx}{x^m} = \lim_{b \rightarrow +\infty} \left[\frac{b^{1-m}}{1-m} - \frac{1}{1-m} \right] = \begin{cases} \frac{1}{m-1}, & m > 1 \text{ (converge)} \\ +\infty, & m < 1 \text{ (diverge)} \end{cases}$$

Para $m = 1$:

$$\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x} = \lim_{b \rightarrow +\infty} \int_1^b \frac{dx}{x} = \lim_{b \rightarrow +\infty} (\ln b - \ln 1) = +\infty.$$

Por lo tanto,

$$\int_1^{+\infty} \frac{dx}{x^m} = \begin{cases} \text{converge,} & m > 1 \\ \text{diverge,} & m \leq 1 \end{cases}$$

$$\text{ii) si } \int_a^{+\infty} f(x) dx \text{ diverge} \Rightarrow \int_a^{+\infty} g(x) dx \text{ diverge.}$$

Demostremos (i). Si $\int_a^{+\infty} g(x) dx$ converge, $\Rightarrow \int_a^{+\infty} f(x) dx$ converge.

Definamos $z(b) = \int_a^b f(x) dx$, la cual tiene límite finito cuando $b \rightarrow +\infty$, como $f(x)$ es no negativa y $f(x) \leq g(x) \forall x \geq a$ se cumple que $z(b)$ es una función no decreciente de b , ahora si $b_1 > b$ entonces

$$z(b_1) = \int_a^{b_1} f(x) dx = \int_a^b f(x) dx + \int_b^{b_1} f(x) dx \geq \int_a^b f(x) dx = z(b) - z(b),$$

luego $z(b)$ es no decreciente, además tenemos que $f(x) \leq g(x) \forall x \geq a$ y $\forall b \geq a$ tendremos que

$$z(b) = \int_a^b f(x) dx \leq \int_a^b g(x) dx \leq \int_a^{+\infty} g(x) dx = l,$$

donde l es el límite finito de $\int_a^{+\infty} g(x) dx$. De lo anterior concluimos que $z(b)$ está acotada superiormente cuando $b \rightarrow +\infty$.

Por tanto, como $z(b)$ es no decreciente y está acotada superiormente, entonces

$$\exists \lim_{b \rightarrow +\infty} z(b),$$

lo que quiere decir que $z(b) = \int_a^b f(x) dx$ converge.

Demostremos (ii) por el absurdo. Supongamos que $\int_a^{+\infty} g(x) dx$ converge entonces,

por el aspecto (i) del teorema 1, $\int_a^{+\infty} f(x) dx$ converge, lo cual es una contradicción

por tanto $\int_a^{+\infty} f(x) dx$ diverge.

Teorema 1. Sean $f(x)$ y $g(x)$ integrables en $[a, b]$ con $a < b$ y $0 \leq f(x) \leq g(x) \forall x \geq a$.

Entonces:

$$\text{i) si } \int_a^{+\infty} g(x) dx \text{ converge} \Rightarrow \int_a^{+\infty} f(x) dx \text{ converge.}$$

3. A modo de cierre

La propuesta que aquí compartimos no tiene la intención de resultar un modelo a seguir, es solamente un ejemplo en el que abordamos una problemática de interés para la formación de profesores de matemática. Cada formador que tiene a su cargo una asignatura de contenido matemático podrá responderse, con ayuda de resultados del campo de la educación matemática, de qué modo diseñará su propuesta para atender a la especificidad de la formación de docentes.

Como consideraciones para un formador que quiera adaptar la idea compartida a su grupo de estudiantes, mencionamos tener en cuenta que probablemente la propuesta resulte atípica respecto de otras cursadas, y el convencimiento y la disposición a probar y sostener una cursada de este tipo son imprescindibles. El hecho de no tomar parciales, no tener guías de ejercicios, no haber explicaciones en el pizarrón ni teóricas ni prácticas pone en incertidumbre tanto a los estudiantes como al docente. La situación del “típico parcial” (3 o 4 ejercicios para ser resueltos en 2 o 3 horas, sin poder hablar, ni apelar a materiales) es una actividad que no se encuentra en las tareas usuales de ningún profesional, razón por la cual desde hace años que entendemos que no tiene sentido prepararlos para sortear estas instancias. La evaluación puede, sin problemas, encararse de otro modo y ser pertinente y formativa para el futuro profesor. La vivencia de un tipo de clase y evaluación fuera del modelo tradicional también suma a la biografía escolar (Anijovich et al., 2009) que, como es bien sabido, incide en el futuro desempeño profesional del profesor de matemática.

4. Referencias bibliográficas

- Anijovich, R., Cappelletti, G., Mora, S., & Sabelli, M. J. (2009). *Transitar la formación pedagógica*. Paidós.
- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Ediciones UNGS.
- Carrillo, J., Contreras, L. C., Climent, N., Escudero-Ávila, D., Flores-Medrano, E., & Montes, M. A. (Eds.). (2014). *Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. Universidad de Huelva Publicaciones.

- Leonian, P. (2018). *El conocimiento del contenido matemático en la formación inicial de profesores: Un estudio en una asignatura de educación matemática* [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Comahue]. https://www.researchgate.net/publication/331099683_Tesis_de_Maestria_El_conocimiento_del_contenido_matematico_en_la_formacion_inicial_de_profesores_Un_estudio_en_una_asignatura_de_educacion_matematica.
- Polya, G. (1989). *Cómo plantear y resolver problemas* (2.^a ed.). Editorial Trillas. <https://cienciaymatematicas.files.wordpress.com/2012/09/como-resolver.pdf>.

Capítulo 4

La enseñanza de Estadística y Probabilidad en la formación de profesores de matemática

Marcel David Pochulu¹

Este capítulo se centra en el lugar que ocupan la estadística y la probabilidad en la formación inicial de profesores de matemática, áreas que históricamente han tenido menor presencia en los planes de estudio pero que resultan fundamentales para la alfabetización crítica en contextos actuales. Se analiza cómo los futuros docentes construyen significados en torno a estos campos, qué vínculos establecen entre los saberes disciplinares y los problemas sociales, y cómo incide la formación recibida en su posicionamiento didáctico frente a estos contenidos.

A partir del trabajo en una asignatura específica, se presentan ejemplos concretos de tareas diseñadas y discutidas colectivamente con los estudiantes. Estas propuestas permiten reflexionar sobre la selección de datos, el análisis de variabilidad, la construcción de gráficos y la interpretación de resultados, así como sobre los desafíos que supone enseñar estas nociones en la escuela. El capítulo aporta criterios para el diseño y análisis de consignas, y recupera marcos teóricos pertinentes y experiencias que fortalecen la formación profesional en esta área.

¹ Universidad Nacional de Villa María, Universidad Tecnológica Nacional y Universidad Católica de Salta.

1. Introducción

En las últimas décadas, la alfabetización estadística ha adquirido un papel protagónico en los currículos escolares, impulsada por la creciente necesidad de interpretar críticamente la información en una sociedad atravesada por datos. Esta transformación demanda que los futuros profesores de matemática no solo dominen conceptos y procedimientos, sino que desarrollen competencias para enseñar estadística de manera significativa, conectando los contenidos con situaciones reales, sociales y profesionales. Sin embargo, investigaciones recientes advierten que la formación docente en este campo aún enfrenta múltiples desafíos: desde una enseñanza centrada en algoritmos y técnicas descontextualizadas, hasta la escasa integración de herramientas digitales, estrategias de modelización y enfoques interdisciplinarios (Batanero, 2019; De Oliveira et al., 2019; Ferrari y Corica, 2019).

Este capítulo se propone revisar críticamente estos desafíos, focalizando en el diseño de tareas y consignas que promuevan una verdadera alfabetización estadística en la formación inicial del profesorado. A partir del análisis de ejemplos concretos, se reflexiona sobre los criterios que deberían guiar la construcción de propuestas didácticas relevantes, con potencial para el desarrollo del pensamiento crítico, la argumentación matemática y la toma de decisiones fundamentadas en datos. También resulta fundamental que los futuros docentes aprendan a articular la estadística con otras disciplinas y problemáticas actuales, desarrollando así propuestas que permitan a los estudiantes comprender el mundo mediante una mirada matemática rigurosa y crítica.

Esta preocupación no es menor si se consideran los lineamientos curriculares vigentes en América Latina. Por ejemplo, el Diseño Curricular para la Formación Docente en Matemática de Argentina (Ministerio de Educación, 2015), el programa de Matemáticas del Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC, 2021) y los Programas de Estudio de Matemáticas de Costa Rica (Ministerio de Educación Pública, 2012) reconocen el valor formativo de la estadística y la probabilidad tanto en la escuela secundaria como en los procesos de formación inicial docente. Asimismo, el Consejo Nacional de Educación de Colombia (2016) destaca la necesidad de promover una enseñanza de la estadística articulada con la resolución de problemas reales y el desarrollo de competencias ciudadanas. Sin embargo, aún persisten tensiones entre estas prescripciones institucionales y las prácticas reales de enseñanza, lo que refuerza la urgencia de repensar cómo se aborda la formación docente en este campo.

2. Desafíos iniciales en la alfabetización estadística de los futuros profesores

En la formación inicial de los profesores de matemática, la enseñanza de la estadística y probabilidad presenta desafíos significativos que han sido ampliamente discutidos en la literatura especializada (Batanero, 2019; De Oliveira et al., 2019; Ferrari, 2018; Garfield y Ben-Zvi, 2008; Watson, 2006; Wild y Pfannkuch, 1999). Las investigaciones advierten que los profesores pueden ser competentes en resolver *problemas² estadísticos y probabilísticos*, pero esto no garantiza que puedan guiar a sus estudiantes en la construcción de un pensamiento estadístico crítico. La enseñanza de la estadística y la probabilidad requiere mucho más que la mera transmisión de conocimientos; demanda la capacidad de fomentar en los estudiantes la habilidad de interpretar datos, analizar situaciones inciertas y aplicar estos conocimientos en contextos variados. Sin una formación adecuada en estas áreas, los futuros profesores de matemática pueden perpetuar un enfoque excesivamente algorítmico y superficial, centrado en procedimientos y fórmulas, lo cual no permite a los estudiantes desarrollar una comprensión profunda de los conceptos estadísticos.

Además, diversos estudios han señalado que la formación inicial de profesores en Estadística y Probabilidad frecuentemente omite incorporar los avances y las tendencias actuales en educación matemática, las cuales promueven un enfoque más holístico, contextualizado y orientado a la toma de decisiones informadas (Ferrari y Corica, 2019; De Oliveira et al., 2019). En efecto, en la alfabetización estadística moderna no basta con calcular probabilidades o interpretar gráficos; también se requiere la capacidad de participar en procesos de modelización, comunicar ideas con claridad, argumentar con fundamento matemático y, especialmente, diseñar problemas que favorezcan el pensamiento crítico y la comprensión profunda (Batanero y Díaz, 2012). Esta última competencia, frecuentemente subestimada en los programas de formación docente, resulta clave para formar ciudadanos capaces de enfrentarse a problemas reales, complejos y socialmente relevantes. Sin embargo, estas habilidades suelen quedar

² En este contexto, la palabra “problema” se usa en su sentido genérico, como es común en la jerga educativa. Sin embargo, es importante destacar que, en educación matemática, no todo lo que se presenta a los estudiantes es un verdadero problema. Un “problema” en sentido estricto implica una situación para la cual el estudiante no tiene un procedimiento inmediato o conocido para su resolución. Si el estudiante ya domina la técnica o el procedimiento requerido, la actividad se convierte en un simple ejercicio.

relegadas frente a propuestas centradas exclusivamente en el dominio técnico de algoritmos y fórmulas, lo que limita significativamente la capacidad de los futuros profesores para enseñar estadística de manera idónea y significativa.

Por otra parte, la desconexión entre la enseñanza de la estadística y la realidad de su aplicación se manifiesta claramente en la práctica de proponer problemas basados en contextos manipulados y totalmente artificiales, donde el único objetivo parece ser la ejecución de un cálculo específico, como el cálculo de medidas de tendencia central o la probabilidad de un evento determinado. Según Alsina (2007), los profesores a menudo presentan problemas que corresponden a realidades falseadas y manipuladas, es decir, situaciones que, a pesar de utilizar términos y datos de uso cotidiano, están deformadas o cambiadas para facilitar la aplicación de rutinas de la matemática. Por ejemplo, se puede pedir a los estudiantes que calculen una probabilidad, como por ejemplo $p(x \geq 25)$, sin un criterio determinado para justificar la selección de ese valor. Esta práctica no solo carece de justificación lógica, sino que también impide una interpretación crítica del resultado. Si el cálculo de dicha probabilidad da como resultado 0.32, no se fomenta la reflexión sobre su relevancia o implicaciones en el contexto del problema planteado. En consecuencia, este enfoque mecánico limita profundamente la capacidad de los futuros docentes para enseñar estadística de manera significativa, debido a que no se les motiva a explorar las razones detrás de las elecciones numéricas ni a interpretar los resultados en términos de su impacto y relevancia en situaciones reales.

La desconexión entre el conocimiento teórico y la práctica pedagógica en la formación inicial de profesores también es una preocupación destacada en educación matemática. Los programas de formación a menudo priorizan la adquisición de contenidos matemáticos en detrimento del desarrollo de competencias pedagógicas. Esto resulta en una preparación incompleta, donde los docentes pueden ser expertos en estadística y probabilidad, pero carecen de las competencias necesarias para hacer que estos temas sean accesibles y relevantes para sus estudiantes (Garfield et. al, 2008). Por consiguiente, la enseñanza de la probabilidad y la estadística, con sus inherentes desafíos de interpretación y aplicación, requiere de estrategias didácticas que no solo transmitan conocimiento, sino que también despierten el interés y la curiosidad de los estudiantes, motivándolos a explorar y cuestionar lo que aprenden.

3. Diseño de problemas para la alfabetización estadística

Para mejorar la formación inicial de profesores en Estadística y Probabilidad, es fundamental repensar los enfoques pedagógicos y didácticos, como así también las prácticas de enseñanza que implementamos en las aulas, integrando de manera más efectiva el conocimiento disciplinar con estrategias educativas. Pero ¿cómo podemos enfrentar estos desafíos y qué medidas debemos tomar? Es crucial que la formación docente incorpore problemas que permitan a los futuros profesores experimentar y reflexionar sobre los conceptos estadísticos en contextos reales. La utilización de simulaciones, la resolución de problemas auténticos y la integración de herramientas tecnológicas facilitan la exploración y comprensión de fenómenos complejos. Como expresa Watson (2006), el desarrollo de la competencia estadística implica adquirir los conocimientos, las habilidades y disposiciones necesarias para funcionar adecuadamente en una sociedad donde la información circula en grandes cantidades. Esto no solo incluye la comprensión de las herramientas básicas de la estadística, sino también el uso crítico del lenguaje y los resultados que produce.

Por consiguiente, para superar las críticas frecuentes sobre la enseñanza de la estadística y la probabilidad en la formación de profesores, resulta crucial enfocarse en contextos que sean significativos, relevantes e interdisciplinarios. Esto permitirá a los futuros docentes no solo comprender cómo se aplica la matemática en otras áreas del conocimiento, sino también apreciar la profundidad y el valor de la estadística al reflexionar sobre los resultados obtenidos. En este sentido, es esencial seleccionar temáticas que capten el interés de los futuros profesores de matemática y que, al mismo tiempo, integren diversas disciplinas, ya que estos docentes enseñarán a estudiantes con una amplia variedad de intereses. Por ejemplo, podríamos considerar el análisis de datos en carreras vinculadas con la salud pública, que puede abarcar estudios sobre la prevalencia de enfermedades, la eficacia de vacunas o patrones de mortalidad en diferentes regiones. La desigualdad económica y la distribución de la riqueza también ofrecen un terreno fértil para el análisis estadístico, como el estudio de la distribución de ingresos en una población y el impacto de las políticas fiscales. Otros temas incluyen estudios de opinión pública y la manipulación de encuestas, el cambio climático y el análisis de series temporales, la evaluación de la calidad educativa, la justicia social y el análisis de la discriminación, el riesgo financiero, la toma de decisiones, la sostenibilidad o el consumo energético.

No obstante, el enfoque interdisciplinario presenta un desafío adicional: adentrarse en cuestiones que trascienden la matemática. Sin embargo, esta habilidad es crucial en la formación docente, ya que los profesores en formación deben estar preparados para conectar la matemática con otras disciplinas y enseñar a estudiantes con intereses y trayectorias diversas. No podemos simplemente afirmarles que ciertos contenidos se comprenderán más adelante o que serán abordados en otras asignaturas, pues hacerlo implicaría una actitud pedagógicamente irresponsable. En la era actual, con un acceso casi ilimitado a la información, no resulta justificable alegar desconocimiento por la ausencia de enseñanza explícita durante la carrera. La capacidad de aprender a aprender es indispensable y debe cultivarse de manera continua, garantizando que quienes se están formando como docentes puedan abordar y enseñar contenidos relevantes y aplicables en múltiples contextos educativos.

Consideremos un ejemplo concreto. Supongamos que elegimos una de las temáticas mencionadas, específicamente la relacionada con el análisis de datos de salud pública. En particular, nos enfocaremos en el índice de masa corporal (IMC). Podemos buscar en un texto de matemática, en Internet o utilizar herramientas como inteligencia artificial para encontrar una consigna con características similares a la siguiente:

Consigna: se realizó un estudio sobre el índice de masa corporal (IMC) de 50 estudiantes de una escuela secundaria. Los valores de IMC (redondeados al entero más cercano) son los siguientes:

17, 18, 19, 21, 22, 23, 23, 24, 25, 26, 26, 27, 28, 28, 29, 30, 31, 32, 32, 33, 33, 34, 34, 34, 35, 35, 36, 36, 37, 38, 38, 39, 40, 40, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54.

- Organiza los datos en una tabla de frecuencias con intervalos de clase adecuados.
- Calcula la media, la mediana y la moda del IMC en esta muestra.
- Realiza un histograma que represente la distribución del IMC en la muestra.
- Si se selecciona un estudiante al azar, ¿cuál es la probabilidad de que su IMC sea mayor de 30?

Antes de avanzar, es fundamental reflexionar y cuestionar: ¿esta consigna realmente fomenta la alfabetización estadística en los estudiantes o más bien refleja los errores identificados en la investigación? Desde la perspectiva de la educación matemática, se evidencia que la consigna no se ajusta a los criterios propuestos por Barreiro et al. (2022). Estos autores ofrecen lineamientos para la formulación de consignas de una tarea que son clave para promover un aprendizaje significativo y profundo, lo que permite que los estudiantes exploren y argumenten sobre la validez de sus respuestas, y facilita la toma de decisiones con argumentos matemáticos. En particular, advertimos que la consigna no sigue el criterio 2 enunciado en Barreiro et al. (2022), el cual expresa que las preguntas formuladas deben estar estrechamente vinculadas con el contexto real descrito. En este caso, aunque se presenta un estudio sobre el IMC de estudiantes, las preguntas que siguen son puramente técnicas y se centran en el manejo de objetos matemáticos como tablas de frecuencias, medidas de tendencia central y gráficos, sin establecer un vínculo claro con la situación real. Esto no solo desconecta al estudiante del contexto inicial, sino que también puede dar la impresión de que la matemática es una actividad aislada, sin relación directa con situaciones del mundo real. En un contexto genuino, un investigador en salud o un profesional del área probablemente se enfocaría en interpretaciones y consecuencias de los datos, como identificar patrones de salud preocupantes o tomar decisiones basadas en las distribuciones observadas, en lugar de simplemente calcular estadísticas descriptivas.

En relación con otro de los criterios presentados en el texto referenciado (criterio 3), la consigna proporciona información completa y precisa que asegura la existencia de ciertas estadísticas (como la media, la mediana y la moda) sin desafiar al estudiante a pensar críticamente sobre la naturaleza de los datos y si son factibles de hallarse con la información disponible. Esto reduce la tarea a un ejercicio mecánico de cálculo y elimina la necesidad de que los estudiantes exploren los datos de manera independiente, formulen hipótesis o identifiquen posibles inconsistencias o anomalías. Además, el criterio 4 sugiere evitar pedir directamente que los estudiantes realicen cálculos o tracen gráficos sin una justificación más profunda del porqué de estas tareas. La consigna falla en este aspecto, pues simplemente pide la realización de cálculos y gráficos sin conectarlos a una pregunta o problema más amplio que dé sentido a estas actividades. Esto limita la oportunidad para que los estudiantes desarrollen una comprensión más profunda de las herramientas estadísticas y cómo estas se aplican en contextos significativos. Por último, la consigna no cumple con el

criterio 5, que aboga por incluir la justificación y argumentación en las respuestas de los estudiantes. Las preguntas presentadas se centran exclusivamente en la obtención de resultados numéricos, sin pedir a los estudiantes que expliquen y fundamenten sus razonamientos, interpreten los resultados, o reflexionen sobre su significado en el contexto del estudio de IMC. Esto deja de lado una parte crucial del aprendizaje estadístico, que es la capacidad de interpretar y comunicar hallazgos de manera efectiva.

Más allá de las deficiencias ya señaladas, un análisis global del problema también revela que ni siquiera se presenta una base de datos que parezca realista. Según la Organización Mundial de la Salud, un IMC dentro del rango normal debería estar entre 18,5 y 24,9 kg/m^2 , y valores superiores a 25 kg/m^2 indican sobrepeso u obesidad en distintos grados. Sin embargo, una inspección rápida de los datos proporcionados muestra que la mayoría de los valores exceden este rango, llegando incluso a un IMC de 54 kg/m^2 . Este hecho plantea una pregunta crucial: ¿es plausible que en un grupo de estudiantes de secundaria haya tantos casos de obesidad mórbida?

Si este fuera el caso, el enunciado podría haber aclarado que se trata de un grupo especial de estudiantes con características particulares que justificarían estos valores extremos, o bien incluir un análisis de lo hallado en vínculo con características de los sujetos de la muestra. Sin embargo, lo que observamos es que se han introducido datos sin ninguna conexión con un contexto real o significativo, y carentes hasta de unidades, simplemente para realizar cálculos de medidas estadísticas y de probabilidad. Esta desconexión no solo trivializa el ejercicio, sino que también desprotege el proceso de enseñanza al desvincular los cálculos de su interpretación y análisis crítico en contextos genuinos. Precisamente esto es lo que queremos evitar en la educación estadística: convertirla en un ejercicio técnico vacío, sin fomentar en los estudiantes la capacidad de interpretar y cuestionar los datos en relación con situaciones reales y relevantes.

Recordemos entonces que, para fomentar una comprensión auténtica de la estadística, las consignas deben ir más allá de simples cálculos, invitando a los estudiantes a interpretar los datos y reflexionar sobre su significado en contextos reales. Este enfoque permite que desarrollen las habilidades necesarias para tomar decisiones informadas basadas en evidencias, en lugar de limitarse a aplicar fórmulas sin entender su relevancia en el mundo real. Sin este enfoque integral, la enseñanza de la estadística se reduce a un ejercicio vacío, incapaz de preparar a los futuros profesores, y menos aún a sus estudiantes, para enfrentar problemas complejos que requieren del análisis crítico. Por lo tanto, una

reformulación de la consigna, incluso con datos ficticios como la exponemos a continuación, puede superar ampliamente los errores didácticos detectados previamente.

Sería deseable que el docente en formación tenga la posibilidad de reflexionar sobre las limitaciones de las consignas como la anterior y hacer una propuesta de mejora en asignaturas de educación matemática. Para superar estas limitaciones, presentamos una posible reformulación realizada por un futuro docente en contexto de formación:

Consigna: un grupo de investigación en salud escolar está evaluando el estado nutricional de estudiantes de una escuela secundaria para desarrollar políticas de bienestar. Como parte del estudio, se recolectaron datos del índice de masa corporal (IMC) de 50 estudiantes.

Valores de IMC obtenidos (redondeados al entero más cercano): 18, 19, 20, 21, 22, 22, 23, 23, 24, 24, 24, 25, 24, 25, 22, 26, 26, 17, 27, 28, 28, 19, 24, 30, 26, 21, 23, 23, 27, 18, 24, 23, 24, 25, 26, 25, 23, 26, 26, 17, 18, 18, 19, 29, 19, 22, 17, 21, 23, 19.

Realiza un estudio sobre el estado nutricional de los estudiantes y presenta un informe técnico con tus conclusiones y recomendaciones pertinentes.

Aunque hemos mejorado el potencial matemático de la consigna, conforme a los criterios de Barreiro et al. (2022), aún podemos avanzar en su desarrollo. Sabemos que la enseñanza de la matemática se enriquece significativamente a través de problemas auténticos, modelización matemática y proyectos interdisciplinarios. Un enfoque viable es implementar en este caso un proyecto escolar que permita a los estudiantes investigar y calcular el IMC de una población estudiantil real, en lugar de usar datos ficticios o preexistentes. Esto podría ponerse en juego en una asignatura matemática de Probabilidad y Estadística. Este proyecto podría involucrar a los futuros profesores en la recolección de datos sobre peso y estatura, un proceso fundamental para obtener resultados precisos y válidos. Idealmente, se deberían tomar mediciones directas usando balanzas y estadiómetros calibrados para minimizar errores. Sin embargo, considerando las limitaciones logísticas, una alternativa es el autorreporte, en el que la población estudiantil objeto de estudio proporcione sus propias medidas. Aunque este

método es más rápido y menos invasivo, puede introducir muchos errores que deberán ser discutidos y aclarados en el informe.

El proyecto brinda a los futuros profesores de matemática una oportunidad invaluable para que decidan, por ejemplo, si es más adecuado emplear distribuciones normales, intervalos de confianza o pruebas de hipótesis, y cómo aplicar estos métodos a la situación real presentada. Además, dado que el objetivo es elaborar un informe técnico, los futuros profesores también deberán justificar cada elección metodológica y cálculo realizado, ofreciendo interpretaciones claras y bien fundamentadas sobre los resultados obtenidos. Así, no solo se promueve una comprensión profunda de las herramientas estadísticas, sino que también se fomenta una capacidad crítica para conectar los cálculos con implicaciones prácticas y decisiones informadas en contextos reales. También, al realizar este proyecto, los futuros docentes desarrollarán una mayor conciencia sobre la aplicación práctica de la matemática, aprendiendo a integrar conceptos estadísticos en la vida cotidiana y fomentando hábitos de vida saludables a través de la interpretación crítica de los datos, como acontece en este caso. Esta experiencia enriquece su formación al proporcionarles habilidades para aplicar la matemática en contextos reales y a comunicar efectivamente sus hallazgos, lo cual es fundamental para su futuro rol como educadores del área.

Enfatizamos nuevamente que es crucial que las actividades del proyecto no se estructuren con pautas, ayudas, sugerencias e indicaciones rígidas, sino que permitan a los estudiantes tomar decisiones sobre qué cálculos realizar y qué distribuciones de probabilidad utilizar. Por ejemplo, en lugar de imponer el uso de una distribución normal, se debe permitir que los estudiantes exploren, seleccionen y fundamenten la más adecuada para su análisis, basándose en los datos y en las revisiones teóricas pertinentes. La interpretación crítica de los resultados es esencial; si se obtiene una probabilidad vinculada por ejemplo a un 66,43% de pertenecer a una categoría de peso, se debe interpretar este valor en su contexto y compararlo con otros reportes y normativas, como las directrices de la Organización Mundial de la Salud sobre rangos de IMC.

No debemos olvidar que, como formadores de futuros profesores, tanto nosotros como los propios estudiantes tienen acceso a información sobre el IMC. Por ejemplo, al consultar una herramienta de inteligencia artificial generativa (IAG) para apoyar el desarrollo de la propuesta didáctica, esta puede proporcionar sugerencias sobre los posibles pasos a seguir sin ofrecer respuestas directas, dado que la actividad no se basa en datos preexistentes. Un ejemplo de lo que puede sugerir la IAG sería el siguiente.

1. **Recopilación de datos:** organiza una sesión para que los estudiantes tomen medidas de su peso y estatura. Puedes organizar esto de manera voluntaria y garantizar la confidencialidad de la información.
2. **Análisis estadístico inicial:** una vez que se recopilen los datos, realiza un análisis estadístico inicial para calcular el IMC de cada estudiante. Esto puede hacerse manualmente o utilizando software estadístico como R, Python o incluso Excel.
3. **Visualización de datos:** crea gráficos que muestren la distribución de los IMC de los estudiantes. Puedes utilizar histogramas, diagramas de caja y bigotes, o gráficos de densidad para visualizar la distribución de los datos.
4. **Selección de distribución de probabilidad:** discute con los estudiantes sobre qué distribución de probabilidad podría ajustarse mejor a los datos del IMC. Pueden considerar distribuciones conocidas como la distribución normal, la distribución log-normal o la distribución de Weibull, entre otras.
5. **Estimación de parámetros:** si deciden utilizar una distribución de probabilidad específica, guía a los estudiantes en la estimación de los parámetros de la distribución a partir de los datos observados del IMC.
6. **Validación del modelo:** una vez que se hayan estimado los parámetros, realiza pruebas para validar el modelo. Puedes comparar la distribución teórica ajustada con la distribución empírica de los datos utilizando pruebas estadísticas.
7. **Aplicaciones prácticas:** finalmente, discute las aplicaciones prácticas de este modelo de distribución de probabilidad del IMC. Por ejemplo, podrían explorar cómo se puede utilizar el modelo para predecir la probabilidad de que un estudiante tenga un IMC en cierto rango en el futuro, o cómo podría influir en intervenciones de salud y políticas alimentarias en el campus universitario.

Este enfoque fomenta la autonomía de los estudiantes al permitirles explorar y aplicar el conocimiento de manera independiente. Sin embargo, el futuro profesor deberá generar sus propias actividades y secuencias para el momento en el que deba enseñar temáticas de probabilidad o estadística. Para entonces, el aprendizaje de esta área podría haber sido suficientemente rico, con expe-

riencias valiosas de usos apropiados que puedan servirle de inspiración para diseñar la enseñanza.

4. Reflexiones finales

En la formación de futuros profesores de matemática es imperativo examinar y transformar la manera en que enseñamos estadística y probabilidad. Esta revisión es crucial no solo para mejorar la calidad de la enseñanza en contextos actuales, sino también para evitar que los futuros docentes reproduzcan modelos pedagógicos deficientes en sus aulas. La forma en que entendemos y enseñamos estas disciplinas tiene un impacto directo en cómo los futuros profesores abordarán estos temas con sus propios estudiantes, perpetuando o corrigiendo prácticas y enfoques pedagógicos.

Para efectuar cambios significativos, es necesario un replanteamiento profundo tanto de nuestras creencias al ser formadores como de las concepciones de los futuros profesores. Debemos cuestionar y redefinir nuestro sistema de creencias en cuanto a lo que concebimos sobre qué es la matemática, cómo debe ser enseñada y evaluada. Este proceso implica no solo una reflexión crítica sobre nuestras prácticas de enseñanza, sino también una inmersión en los enfoques teóricos y las tendencias actuales en educación matemática. Por consiguiente, el conocimiento profundo de las líneas y teorías educativas, como así también de las investigaciones en curso, resulta vital. La revisión de literatura académica, la participación en congresos y seminarios especializados, la consulta de documentos curriculares y trabajos de investigación son recursos esenciales para construir una base sólida en este sentido. Por lo tanto, este enfoque nos permite diseñar y reformular actividades que se alineen con las recomendaciones de la investigación educativa y que promuevan una alfabetización estadística efectiva y significativa en los futuros profesores de matemática.

Aunque las herramientas de IAG pueden ser útiles para diseñar consignas, como señalan Pérez-Marín y Pino-Fan (2023), su uso debe estar guiado por un conocimiento didáctico sólido y una mirada crítica que impida delegar decisiones pedagógicas en algoritmos opacos o simplistas. Como hemos mostrado con un ejemplo, confiar ciegamente en estas herramientas sin un entendimiento profundo puede derivar en consignas que no cumplen con los estándares recomendados por la investigación en educación matemática.

Este llamado a la reflexión y la acción no se limita al campo de la estadística y probabilidad. Los principios y enfoques discutidos son aplicables a todas las áreas de la matemática. La alfabetización estadística es solo un aspecto dentro de un panorama más amplio que abarca diversas disciplinas y carreras profesionales. Por lo tanto, es esencial abordar este desafío con una visión integral que considere el impacto de nuestra enseñanza en la formación de profesionales que, en última instancia, utilizarán la matemática como herramienta para resolver problemas reales en sus respectivos campos.

5. Referencias bibliográficas

- Alsina, C. (2007). Si Enrique VIII tuvo 6 esposas, ¿cuántas tuvo Enrique IV? El realismo en educación matemática y sus implicaciones docentes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43, 85–101.
- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Ediciones UNGS.
- Batanero, C. (2019). Treinta años de investigación en educación estocástica: Reflexiones y desafíos. En J. Contreras, M. Gea, M. López-Martín, & E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. <http://www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html>.
- Batanero, C., & Díaz, C. (2012). Estadística y probabilidad en la educación secundaria. *UNO: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 59, 66–77.
- Consejo Nacional de Educación de Colombia. (2016). *Lineamientos curriculares para la educación en estadística en secundaria*. Ministerio de Educación Nacional.
- De Oliveira, F., Olesker, L., & Pagés, D. (2019). Probabilidad y estadística en la formación de profesores de matemática: Un análisis curricular e implicaciones didácticas. *Reloj de Agua*, 20, 5–14.
- Ferrari, C. (2018). *Enseñanza de la estadística en la formación de profesores: Un estudio exploratorio desde la perspectiva de la teoría antropológica de la didáctica* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires].

- Ferrari, C. N., & Corica, A. R. (2019). Enseñanza de la estadística en la formación de profesores de matemática: Un análisis desde la teoría antropológica de lo didáctico. *Revista de Educación Matemática*, 34(1), 5–24.
- Garfield, J., Ben-Zvi, D., Chance, B., Medina, E., Roseth, C., & Zieffler, A. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer.
- Ministerio de Educación de Chile. (2021). *Curriculum nacional: Planes y programas de matemáticas*. <https://www.curriculumnacional.cl>.
- Ministerio de Educación de la Nación. (2015). *Diseño curricular para la formación docente: Profesorado de educación secundaria en matemática*. INFoD.
- Ministerio de Educación Pública. (2012). *Programas de estudio de matemáticas: I y II ciclo de la educación primaria, III ciclo de educación general básica y educación diversificada*.
- Organización Mundial de la Salud. (2023). Índice de masa corporal (IMC): Clasificación y usos clínicos. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- Pérez-Marín, D., & Pino-Fan, L. R. (2023). Inteligencia artificial y educación matemática: Desafíos y oportunidades. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 26(1), 7–31.
- Watson, J. M. (2006). *Statistical literacy at school: Growth and goals*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Wild, C., & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–262.

Sección 2

Sobre la formación en educación matemática

La formación en educación matemática no puede entenderse como un recorrido accesorio o complementario al aprendizaje de contenidos matemáticos. Implica una transformación profunda de la mirada sobre la enseñanza, que permita comprender los procesos didácticos como construcciones complejas y contextualizadas. Esta sección del libro reúne dos capítulos que abordan cuestiones actuales y necesarias en esa formación, tanto desde los marcos teóricos que orientan el trabajo del profesor como desde las prácticas de inmersión que permiten habitar tempranamente el rol docente. Se trata de experiencias y propuestas que no solo incorporan herramientas novedosas, sino que contribuyen a revisar supuestos, identificar tensiones y proponer formas de intervención sostenidas en decisiones fundamentadas.

El capítulo 5 se centra en el uso de IAG como recurso para el diseño y la reformulación de consignas en la formación inicial. La propuesta no se limita a una descripción instrumental de plataformas digitales, sino que plantea con claridad la necesidad de formar profesores capaces de tomar decisiones didácticas frente a producciones generadas por sistemas de inteligencia artificial. Se analizan criterios de evaluación de consignas, estrategias para promover la reflexión crítica sobre la pertinencia de tareas y modos de orientar el diálogo con herramientas algorítmicas desde una perspectiva situada. El lector encon-

trará aquí una invitación a tensionar la noción de autoría, a problematizar la autonomía docente frente a producciones automatizadas y a explorar cómo estas tecnologías pueden contribuir, o bien dificultar, la construcción de propuestas didácticas consistentes.

El capítulo 6, en tanto, presenta una experiencia de inmersión temprana en el rol docente, desarrollada en una asignatura de educación matemática sin entrada al aula. Esta propuesta permite a los futuros profesores establecer intervenciones, reflexionar y tomar decisiones en situaciones que simulan su trabajo profesional futuro. El texto pone en evidencia el valor de estas experiencias como instancias formativas que exigen negociar sentidos, interpretar dinámicas institucionales y asumir responsabilidades concretas. Se recuperan fragmentos de conversaciones, decisiones didácticas y formas de acompañamiento que permiten al lector comprender cómo la formación se construye en interacción con otros, en situaciones que exigen una lectura compleja de lo que acontece en el aula.

Esta sección invita a pensar la formación en educación matemática como un proceso que combina análisis conceptual, intervención situada y apropiación crítica de herramientas contemporáneas. Ambos capítulos ofrecen recorridos distintos, pero convergen en la idea de que enseñar matemática no puede reducirse a replicar modelos, sino que requiere construir criterios, asumir posiciones y actuar con responsabilidad frente a contextos diversos. Leerlos con atención permitirá al lector identificar desafíos actuales, repensar sus propios recorridos y proyectar modos de enseñar que estén a la altura de los problemas que hoy enfrentan las aulas.

Capítulo 5

La inteligencia artificial generativa para el diseño o reformulación de consignas en la formación inicial de profesores

Marcel David Pochulu¹

El capítulo examina el uso de inteligencia artificial generativa (IAG) como herramienta en la formación inicial de profesores de matemática, particularmente en el diseño y la reformulación de consignas. A partir de experiencias concretas, se analizan las posibilidades que ofrecen estos recursos para ampliar la creatividad docente, diversificar los enunciados y revisar críticamente las propuestas didácticas habituales. El enfoque no se limita al uso técnico, sino que promueve una mirada reflexiva sobre el tipo de actividades que se diseñan y el conocimiento profesional que dichas decisiones ponen en juego.

Se discute cómo la interacción con modelos de inteligencia artificial puede ser aprovechada pedagógicamente para afinar criterios, anticipar errores comunes, seleccionar contextos significativos y profundizar en las finalidades de la enseñanza. Lejos de reemplazar al docente, estas tecnologías se presentan como mediaciones que permiten tensionar supuestos, revisar enfoques y enriquecer la formación desde una práctica situada, crítica y profesionalmente comprometida.

¹ Universidad Nacional de Villa María, Universidad Tecnológica Nacional y Universidad Católica de Salta.

1. Introducción

Actualmente, uno de los desafíos más relevantes en la enseñanza de la matemática es la incorporación crítica y reflexiva de tecnologías digitales en las prácticas educativas. A pesar del avance acelerado de las herramientas tecnológicas, como la IAG, su inclusión en la formación inicial docente aún es incipiente y, en muchos casos, periférica. Diversos estudios recientes, como los de Memarian y Doleck (2024), así como los trabajos de Selwyn (2021, 2022), alertan sobre el riesgo de una integración superficial de las tecnologías, no guiada por principios pedagógicos sólidos. Esta preocupación adquiere especial relevancia en la era actual, particularmente en el campo de la didáctica de la matemática, donde el diseño de consignas constituye una de las tareas centrales del trabajo profesional docente.

En este escenario, la IAG irrumpe con fuerza en las aulas y en los dispositivos cotidianos de profesores y estudiantes, transformando los modos de producción de textos, resolución de problemas y reflexión sobre la enseñanza. Si bien esta tecnología ofrece oportunidades significativas para repensar las prácticas, su uso didáctico no puede quedar librado al azar o a la improvisación. Por el contrario, requiere una alfabetización específica que articule conocimientos tecnológicos con marcos teóricos robustos en educación matemática.

En este capítulo se propone avanzar en esa dirección, enfocando el análisis en el diseño y la reformulación de consignas mediante el uso de IAG en la formación inicial de profesores. A través de ejemplos concretos y criterios didácticos derivados de investigaciones recientes, como Pochulu y Font Moll (2025), se busca aportar orientaciones que promuevan una integración crítica, reflexiva y formativamente potente de estas herramientas emergentes.

2. La integración de TIC en la formación inicial de profesores de matemática

La integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza de la matemática ha sido promovida desde políticas públicas, reformas curriculares y acuerdos internacionales. Sin embargo, diversos estudios muestran que, en la práctica escolar, y particularmente en la formación inicial del profesorado, esta integración es aún débil y desarticulada (Bonservizi y Sgreccia, 2021; Botta Gioda et al., 2024). Las TIC suelen presentarse como herramientas

accesorias o de uso puntual, y no como recursos que atraviesan la enseñanza, el diseño de consignas o la gestión del conocimiento matemático en el aula.

Esta situación responde a múltiples factores, entre ellos la falta de formación específica, la escasa articulación entre teoría y práctica, y la persistencia de modelos de enseñanza centrados en la transmisión de procedimientos. En los profesorados, es frecuente que el trabajo con tecnologías digitales no se vincule a la producción de tareas didácticas complejas, sino que se reduzca a prácticas básicas como el uso de software de geometría o planillas de cálculo, muchas veces sin conexión con los marcos teóricos que fundamentan la enseñanza. Como consecuencia, quienes se preparan para enseñar matemática egresan sin haber problematizado el uso pedagógico de las TIC ni haber explorado cómo estas herramientas pueden incidir en la formulación de consignas, el desarrollo del pensamiento crítico o la argumentación matemática.

Este desfase entre los discursos institucionales y la práctica formativa cobra especial relevancia en un contexto en el que tecnologías como la IAG se instalan rápidamente en la vida cotidiana, modificando los modos de escribir, buscar información y resolver problemas. Lejos de ser una novedad efímera, la IAG se incorpora a los entornos educativos y plantea preguntas urgentes sobre cómo formar a los futuros docentes para interactuar críticamente con estas herramientas.

No se trata simplemente de capacitar técnicamente para operar con IAG, sino de habilitar espacios formativos donde se analicen sus posibilidades y límites en relación con el diseño de consignas, la toma de decisiones didácticas y el sentido formativo de las propuestas escolares. Como señalan Pochulu y Font Moll (2025), la integración de estas tecnologías en el trabajo docente requiere una articulación reflexiva con saberes específicos de la educación matemática, sin la cual su uso puede resultar superficial o incluso contraproducente.

Por ello, es fundamental que la formación docente deje de concebir a las TIC como un “complemento” o “recurso motivador”, y empiece a pensarlas como herramientas que requieren apropiación didáctica, análisis crítico y diseño situado. En este marco, el uso de IAG en la reformulación de consignas se presenta como una oportunidad para discutir con los estudiantes del profesorado qué significa diseñar una tarea matemáticamente potente, cómo se evalúa su adecuación al grupo destinatario y qué criterios permiten juzgar su calidad desde una perspectiva formativa. Estas cuestiones serán abordadas en las secciones siguientes.

3. Aprendizajes y desafíos en el diseño de consignas con IAG en la formación docente

3.1. Desafíos y oportunidades del uso de IAG en clases de matemática

La implementación de la IAG en el diseño y reformulación de consignas de problemas puede ayudar notablemente a alinear propuestas de enseñanza con tendencias contemporáneas en educación matemática. Estas tendencias incluyen aquellas propuestas por los diseños curriculares vigentes y por diversos enfoques teóricos, que promueven la integración de la matemática con contextos cotidianos y con otras disciplinas. En las clases de matemática actuales debemos enfocarnos no solo en promover habilidades matemáticas, sino también en el desarrollo de habilidades blandas. La evolución tecnológica y las características de las nuevas generaciones hacen impensable continuar utilizando las mismas consignas de trabajo que se empleaban en años anteriores.

Como advierte Selwyn (2022), la inclusión de IA en entornos escolares no es una simple cuestión de eficiencia, sino que modifica el lugar del docente en la producción y validación del conocimiento. Esto se debe a que muchas de las consignas tradicionalmente empleadas en la enseñanza son fácilmente resueltas por la IAG, incluso de forma correcta y automática. Este cambio es especialmente desafiante para los formadores de profesores de matemática, puesto que confronta sus sistemas de creencias y sus métodos de formación tradicionales.

Al centrarnos en la IAG, es vital considerar el diseño pertinente de consignas para la clase de matemática y que sean afines a la época en la que vivimos. Por consiguiente, las consignas deben ser de tal naturaleza que la IAG no pueda ofrecer una respuesta de manera inmediata, lo cual impulsa la creatividad e innovación en los docentes y fomenta el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes. Muchos profesores aún son inmigrantes digitales y pueden ofrecer resistencias hacia la tecnología, viéndola como una limitación al pensamiento creativo y libre de los estudiantes. Sin embargo, es fundamental reconocer que la IAG no es una moda pasajera, sino una herramienta que, como la computadora o la calculadora en su momento, se integrará profundamente en nuestras prácticas educativas y en la formación de profesores. Evitar su uso sería como haber rechazado en su momento el uso de computadoras y calculadoras, lo cual hoy en día sería impensable.

De todos modos, si contamos con conocimientos básicos y una predisposición abierta hacia las TIC, nuestra interacción con la IAG puede ser sencilla, similar a buscar información en línea en Internet. En este sentido, debemos

ser críticos y verificar la información proporcionada por la IAG, reconociendo que puede cometer errores, al igual que otros profesionales o colegas docentes cuando les pedimos una opinión sobre cómo desarrollar un determinado contenido matemático o la propuesta de una actividad para la clase.

Si tenemos experiencia en educación matemática y adoptamos un enfoque reflexivo y adaptativo a la inclusión de las TIC, podremos interactuar de manera más efectiva con la IAG. La experiencia no debe ser entendida simplemente como años acumulados en la docencia, sino como un continuo aprendizaje y adaptación a nuevos recursos y metodologías. En este sentido, una integración efectiva de la IAG en la educación matemática requiere no solo de conocimientos técnicos, sino también una disposición para innovar y evolucionar continuamente en nuestra práctica docente. Una de las claves para mejorar las consignas para la clase de matemática es diseñarlas de manera que sean potentes y significativas. Como destacan Memarian y Doleck (2024), es necesario ser competentes en la interfaz y comunicación con la IAG, desarrollar habilidades de comunicación y colaboración con sistemas de IAG, así como reflexionar sobre el uso de estas tecnologías, lo cual es esencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el entorno digital actual. No debemos olvidar que, para lograr estas competencias, no solo se requiere experiencia, sino también conocimientos sólidos en educación matemática, como se verá enfatizado a lo largo de las siguientes secciones.

3.2 Criterios para el diseño y reformulación de consignas con IAG

Luego de haber planteado los desafíos generales del uso de la IAG, en este apartado abordamos criterios concretos que el formador puede utilizar para trabajar con los futuros docentes. Compartimos ideas que luego, cada formador, podrá considerar para delinear su enseñanza en las instituciones de nivel superior.

Si solicitamos a la IAG un informe sobre las críticas señaladas en investigaciones relacionadas con un contenido matemático específico, recibiremos información competente y valiosa, e incluso la identificación de artículos relevantes si así lo pedimos. Sin embargo, al crear o modificar un problema matemático, la IAG suele recurrir a fuentes en la red que, en su mayoría, ofrecen ejercicios enfocados en aplicación de reglas y procedimientos abstractos, desvinculados de situaciones reales y de lo que se espera para una consigna bien diseñada. Estas actividades suelen enfocarse exclusivamente en la realización de cálculos, sin conexión con contextos auténticos ni con la promoción de un aprendizaje significativo.

En estos casos, es crucial recurrir a los constructos de la educación matemática para guiar la interacción con la IAG, especialmente cuando se pretende mejorar sustantivamente una tarea. En este trabajo, entendemos la tarea en el sentido propuesto por Barreiro et al. (2022), como una estructura compuesta por un contexto —que refiere a las características del grupo de estudiantes, sus conocimientos previos, experiencias y formas de trabajo habituales—, un objetivo de aprendizaje cognitivamente exigente y una consigna que debe posibilitar el despliegue de una actividad matemática significativa. Desde esta perspectiva, cualquier intervención mediada por IAG debe procurar preservar la coherencia entre estos tres componentes, de modo que la reformulación no se reduzca a una modificación del enunciado, sino que contribuya a fortalecer el sentido didáctico de la propuesta.

Para abordar este desafío, consideraremos algunos criterios formulados por Barreiro et al. (2022) para la redacción de consignas, los cuales adaptaremos para su uso con la IAG. Estos criterios pueden incorporarse en el *prompt* inicial al interactuar con la inteligencia artificial para diseñar y reformular consignas, o bien en interacciones posteriores si observamos que la propuesta inicial no es adecuada. También es posible subir un archivo que contenga el marco teórico con el que buscamos orientar la formulación de la consigna. En cualquier caso, es indispensable integrar conocimientos de educación matemática en las interacciones con la tecnología para asegurar que las consignas diseñadas o reformuladas sean didácticamente adecuadas e idóneas. En este caso, proponemos cuatro criterios y proporcionamos las implicaciones didácticas que tiene no atender a estos o consignas que no los cumplen.

Criterio 1. Si el enunciado describe una situación de la vida cotidiana, plantear preguntas relacionadas con ella, evitar cuestionamientos sobre objetos matemáticos que resultan irrelevantes para el contexto. Particularmente, evitar pedir que se hallen fórmulas, se resuelvan ecuaciones, se tracen gráficos, etc. En su lugar, plantear preguntas que requieran usar estos objetos matemáticos en la resolución de la situación.

Para este criterio, es fundamental enfocarse en situaciones auténticas de la vida cotidiana, evitando lo que Alsina (2007) denomina “realidades falseadas y manipuladas”, que son problemas diseñados únicamente para aplicar una técnica o algoritmo matemático. Alsina critica estos ejercicios porque no preparan adecuadamente a los estudiantes para enfrentar situaciones reales y complejas. En lugar de desarrollar una comprensión profunda y la capacidad de aplicar conceptos matemáticos a problemas genuinos, los estudiantes aprenden

a resolver situaciones artificiales que no reflejan la complejidad del mundo real. Incluso, esto puede limitar su capacidad para pensar críticamente y utilizar la matemática de manera efectiva fuera del entorno académico.

Criterio 2. No proporcionar ayudas, aclaraciones o más información de la necesaria para resolver la actividad, para que no se limiten las estrategias que los estudiantes podrían poner en juego en la resolución de la actividad.

Muchas consignas de matemática no cumplen con este criterio. Un ejemplo ilustrativo es el siguiente enunciado extraído de Haeussler y Paul (2003, p. 68):

Inversión. ¿En cuánto tiempo se duplicará una inversión a interés simple con una tasa del 5% anual? [Sugerencia: véase el ejemplo 6(a) de la sec. 1.1 y exprese el 5% como 0,05.]

Esta consigna contraviene el criterio al ofrecer instrucciones y sugerencias que condicionan la resolución. En lugar de fomentar la exploración autónoma y la posibilidad de cometer errores constructivos, el problema dirige excesivamente el proceso de solución, lo que impide que los estudiantes apliquen su propio razonamiento y creatividad en la búsqueda de una respuesta.

Criterio 3. No pautar o secuenciar en extremo una actividad.

Consideremos el siguiente enunciado de una situación problemática extraída de Budnick (2007, p. 852):

Un club de esquí de una universidad está organizando un viaje a un sitio de esquiar. El precio del viaje es \$100 si 50 o menos personas se inscriben para la excursión. Por cada excursionista después de 50, el precio que se cobra a todos disminuye en \$1. Por ejemplo, si se inscriben 51 personas, cada una pagará \$99. Sea x el número de excursionistas que exceda de 50.

- Determine la función que establezca el precio por persona p en función de x .
- En el inciso a), ¿existe una restricción en el dominio?
- Formule la función $R = h(x)$, que exprese el ingreso total R en función de x .
- ¿Qué valor de x produce el valor máximo de R ?

- e) ¿Cuántas personas se inscribirán en el viaje?
- f) ¿Cuál es el valor máximo de R ?
- g) ¿Qué precio por boleto produce el ingreso máximo?
- h) ¿Podría el club generar más ingresos aceptando 50 o un número menor de personas?

El enunciado no cumple con el tercer criterio, puesto que en lugar de ofrecer una pregunta abierta que permita a los estudiantes explorar diversas estrategias, presenta múltiples incisos secuenciados que guían paso a paso el proceso de resolución. Esta estructura limita la autonomía del estudiante al imponer un camino específico y restringido, en lugar de fomentar un análisis integral. Un enfoque más abierto, que invite a los estudiantes a analizar, por ejemplo, los ingresos por ventas con fundamentos matemáticos y económicos, promovería una mayor comprensión y desarrollo del pensamiento crítico.

Criterio 4. Solicitar siempre la fundamentación o justificación de las respuestas, incluso para aquellas que son rechazadas en la resolución de una actividad.

Argumentar y fundamentar las respuestas en matemática es esencial, puesto que trasciende la mera obtención de un resultado a la vez que se comparte la columna vertebral de esta ciencia. Este proceso implica integrar conceptos, propiedades, técnicas y procedimientos, facilitando una comprensión más profunda y cohesiva de las ideas matemáticas. Al argumentar, se emplean diversas representaciones como la verbal, simbólica, numérica o gráfica, para mostrar la interconexión de los conceptos y su aplicación en contextos variados. Este enfoque no solo revela un dominio más completo de los temas, sino que también facilita la identificación y corrección de errores, promueve el pensamiento crítico y mejora la comunicación de ideas de manera clara y precisa. Así, fundamentar las respuestas demuestra una comprensión integral del problema y de la matemática en su totalidad, en lugar de limitarse a presentar una solución.

3.3. Aplicación práctica: reformulación de consignas con IAG

A continuación, relatamos una experiencia de reformulación de una consigna, actividad que un docente en formación podría vivenciar, según la propuesta de su formador.

La consigna fue extraída de un libro de texto clásico de probabilidad y estadística. Utilizando los cuatro criterios de interacción que hemos adaptado, solicitaremos a la IAG que: (a) nos brinde fundamentos de por qué la consigna cumple con todos ellos, (b) nos explique por qué la consigna no atiende a ninguno de ellos y (c) reformule la consigna teniendo en cuenta los criterios propuestos. La solicitud, principalmente de los puntos a y b, tiene un doble propósito: por un lado, mostrar que la IAG puede generar argumentos tanto a favor como en contra, lo que nos obliga a ejercer nuestro juicio crítico para determinar la validez de cada argumento en relación con los criterios. Por otro lado, al pedir la reformulación advertiremos que la consigna mejora levemente su potencial matemático (en términos de Barreiro et al., 2022), aunque si repitiésemos el proceso, la IAG volvería a generar argumentos a favor y en contra, lo que subraya la necesidad de una interacción continua y reflexiva con ella. Consideramos que esta experiencia es valiosa porque resalta la importancia de las interacciones, el juicio crítico y los conocimientos de educación matemática del profesor en la reformulación o el diseño de una consigna adecuada. Diseñar con IAG no debe confundirse con delegar la tarea de pensar. Por el contrario, requiere decisiones informadas, ajustadas al contexto y pedagógicamente justificadas.

Presentamos a continuación la siguiente consigna, extraída de Devore (2008, p. 194):

3. Un supermercado cuenta tanto con una caja rápida como con una superrápida. Sea X_1 el número de clientes formados en la caja rápida a una hora particular del día y sea X_2 el número de clientes formados en la caja superrápida a la misma hora. Suponga que la función masa de probabilidad de X_1 y X_2 es la que aparece en la tabla adjunta.

		X_2			
		0	1	2	3
X_1	0	0.08	0.07	0.04	0.00
	1	0.06	0.15	0.05	0.04
	2	0.05	0.04	0.10	0.06
	3	0.00	0.03	0.04	0.07
	4	0.00	0.01	0.05	0.06

- a. ¿Cuál es $P(X_1 = 1, X_2 = 1)$, es decir, la probabilidad de que haya exactamente un cliente en cada caja?
- b. ¿Cuál es $P(X_1 = X_2)$, es decir, la probabilidad de que los números de clientes en las dos cajas sean idénticos?
- c. Sea A el evento en que hay por lo menos dos clientes más en una caja que en la otra. Expresé A en función de X_1 y X_2 y calcule la probabilidad de este evento.

Fuente: Devore (2008, p. 194).

Al solicitar a la IAG que fundamente por qué la consigna cumple con los cuatro criterios, se obtiene la siguiente respuesta (no perdamos de vista el objetivo de la experiencia):

Criterio 1: la consigna describe una situación cotidiana en un supermercado, donde se analizan las filas en dos tipos de cajas registradoras (rápida y superrápida). Las preguntas formuladas están directamente relacionadas con esta situación real. No se piden fórmulas abstractas ni se solicitan ecuaciones sin contexto. En cambio, se pide calcular probabilidades que son directamente aplicables a la situación descrita.

Criterio 2: la consigna no ofrece información adicional que pueda limitar las estrategias de resolución de los estudiantes. Se presenta la función de masa de probabilidad y se pide a los estudiantes que interpreten y calculen a partir de ella. Esto permite que los estudiantes utilicen diversas estrategias para resolver las preguntas, lo que fomenta un enfoque más autónomo y exploratorio.

Criterio 3: la consigna no secuenciar la actividad de manera extrema. Se plantean tres preguntas diferentes, pero cada una aborda un aspecto distinto del problema, lo que evita que los estudiantes se limiten a seguir un procedimiento paso a paso sin comprender el concepto subyacente. Esto les permite abordar el problema desde diferentes perspectivas y desarrollar un entendimiento más profundo de las probabilidades involucradas.

Criterio 4: aunque la consigna no pide explícitamente una justificación para cada respuesta, las preguntas formuladas, especialmente la parte c, implican una reflexión más profunda que podría llevar a los estudiantes a justificar su razonamiento. Esto es especialmente cierto en la pregunta c, donde se pide expresar un evento en función de las variables X_1 y X_2 , lo que requiere un entendimiento y justificación de cómo se llega a esa expresión.

Si nos quedamos con este análisis, estaríamos diciendo que la consigna está diseñada de manera que cumple con los criterios propuestos para la formulación de consignas, lo que favorece un enfoque educativo que promueve la comprensión y la aplicación práctica de conceptos matemáticos en situaciones reales.

Sin embargo, al pedirle a la IAG que brinde argumentos de por qué la consigna podría no cumplir con los criterios mencionados, esgrime los siguientes:

Criterio 1: aunque la consigna se basa en un contexto cotidiano (un supermercado), las preguntas formuladas se centran directamente en la probabilidad matemática sin conectar explícitamente estos cálculos con decisiones o situaciones que un trabajador o cliente del supermercado podría enfrentar. Esto hace que el problema pueda parecer más académico que práctico, lo que puede desconectar a los estudiantes de la situación real descrita.

Criterio 2: la tabla de probabilidades dada puede considerarse como una ayuda que estructura demasiado la resolución del problema. Al proporcionar una tabla completa, se limita la necesidad de que los estudiantes piensen en cómo se construye una función de masa de probabilidad o en cómo se podrían obtener esos datos, lo que reduce la posibilidad de explorar diferentes estrategias o métodos.

Criterio 3: la consigna podría considerarse como excesivamente pautada, ya que cada pregunta lleva a la siguiente sin requerir que los estudiantes integren los conceptos por sí mismos. La secuencia de preguntas –primero $P(X_1 = 1, X_2 = 1)$, luego $P(X_1 = X_2)$ y finalmente un evento complejo– podría guiar en exceso a los estudiantes hacia la respuesta final sin permitirles desarrollar y aplicar su propia comprensión de la situación.

Criterio 4: la consigna no pide explícitamente a los estudiantes que justifiquen sus respuestas o expliquen su razonamiento. Esto significa que los estudiantes pueden resolver los problemas calculando directamente las probabilidades sin necesariamente comprender o poder explicar por qué esos valores son correctos en el contexto dado. La falta de una solicitud de justificación puede llevar a que los estudiantes enfoquen sus respuestas solo en el cálculo, sin reflexionar sobre el significado de los resultados obtenidos.

¿Cuál análisis debemos considerar? Mientras que el primero sugiere que es una consigna muy buena, el segundo es completamente crítico de ella. Por lo tanto, es fundamental contar con conocimientos en educación matemática

para poder argumentar cuál de los posicionamientos es el más adecuado o si ninguno de ellos lo es.

Si le pedimos que reformule la consigna con el objetivo de que cumpla con todos los criterios y plantee un verdadero desafío para los estudiantes, propone la siguiente:

Situación: en un supermercado, se ha implementado un sistema de cajas registradoras con dos tipos de cajas: una caja rápida y una caja superrápida. Para evaluar la eficiencia del sistema, el gerente del supermercado decide realizar un análisis durante una hora específica del día. Se registraron el número de clientes formados en cada caja y se sabe que la función de masa de probabilidad conjunta para el número de clientes en la caja rápida (X_1) y en la caja superrápida (X_2) es la siguiente:

(Tabla de probabilidades de la consigna original)

a) El gerente del supermercado necesita asegurarse de que, en cualquier momento, haya al menos dos clientes más en una caja que en la otra para evitar sobrecargas. ¿Cuál es la probabilidad de que en esa hora específica se cumpla esta condición? Justifica tu respuesta explicando cómo llegaste a la solución y qué implicaciones tendría esta probabilidad para la operación del supermercado.

b) Supón que el gerente está preocupado por la igualdad en la distribución de clientes entre ambas cajas. ¿Qué probabilidad hay de que el número de clientes en ambas cajas sea exactamente el mismo? Comenta si este resultado sería un indicativo de un buen equilibrio en la atención al cliente y justifica por qué.

c) El gerente considera la posibilidad de ajustar el número de cajas en función del número promedio de clientes en cada caja. Determina si es más probable que un cliente que llega al supermercado se forme en la caja rápida o en la superrápida. Basándote en los resultados obtenidos, sugiere un posible ajuste en la distribución de clientes entre las dos cajas para mejorar la eficiencia. Justifica tu sugerencia.

Si le pedimos una fundamentación a la IAG de que esta nueva consigna cumple con los criterios solicitados, nos expone lo siguiente:

Criterio 1: las preguntas están profundamente enraizadas en la situación cotidiana de la gestión de un supermercado, enfocándose en decisiones que un gerente podría tomar basadas en los datos de clientes en las cajas. Esto hace que los estudiantes no solo calculen probabilidades, sino que también consideren el impacto práctico de sus resultados.

Criterio 2: no se proporciona información adicional innecesaria ni pistas directas sobre cómo resolver el problema. Los estudiantes deben interpretar la tabla de probabilidades y aplicar conceptos de probabilidad para responder las preguntas, lo que les permite explorar diferentes estrategias.

Criterio 3: las preguntas están interrelacionadas, pero no están secuenciadas de manera que guíen automáticamente a la siguiente. Cada una requiere una comprensión independiente del problema, lo que promueve una mayor autonomía en la resolución.

Criterio 4: se pide explícitamente a los estudiantes que justifiquen sus respuestas y consideren las implicaciones de sus cálculos en el contexto del problema. Esto no solo verifica la precisión de los cálculos, sino que también promueve una comprensión más profunda del problema y su relevancia en una situación real.

¿Podemos considerar ahora que tenemos una consigna con un alto potencial matemático (Barreiro et al., 2022) y alineada con la enseñanza de la probabilidad y estadística para la formación de profesores? Tal como señalan Barreiro et al. (2022), el análisis de una tarea no puede reducirse a su apariencia formal ni al enunciado aislado, sino que debe considerar su coherencia interna –entre el contexto, el objetivo y la consigna– y su capacidad para generar actividad matemática significativa. En la misma línea, Stein et al. (2000) sostienen que la calidad de una tarea se vincula con su potencial para provocar procesos matemáticos ricos, lo que requiere marcos de análisis precisos y situados.

Desde esta perspectiva, el uso de IAG en el diseño de consignas demanda no solo una revisión de su forma textual, sino una reflexión profunda sobre el tipo de pensamiento matemático que se desea promover. No podemos confiar ciegamente en la IAG para la reformulación o el diseño de consignas matemáticas. Aunque la IAG puede ser una herramienta útil, su uso efectivo va más allá de la aplicación de ciertos criterios y se requiere tener más conocimientos.

Este conocimiento se adquiere a través de la revisión de investigaciones en revistas científicas, la participación en congresos, seminarios y otros eventos especializados, así como la consulta de documentos curriculares de organismos educativos, libros especializados y tesis de posgrado. Solo una base teórica sólida nos permite diseñar o reformular consignas con el apoyo de la IAG de manera didácticamente adecuada y relevante para la formación de profesores de Matemática y estudiantes en general.

4. Reflexiones finales para el formador de profesores

En la educación matemática del siglo XXI, la incorporación de la IAG presenta tanto un desafío como una oportunidad única para los educadores. Este desafío interpela tanto a los formadores, como a quienes se están formando y a los docentes en ejercicio. Es crucial que desde la etapa formativa docente estos adopten una mentalidad abierta y creativa al integrar esta tecnología en la enseñanza de la matemática, para lo que los formadores debemos dar lugar con actividades apropiadas en las instituciones del nivel superior. Además de estar al tanto de las tendencias actuales en educación matemática, es esencial comprender los criterios y recomendaciones derivados de diversos marcos teóricos. Sin embargo, para interactuar eficazmente con la IAG en el diseño o la reformulación de consignas, es indispensable manejar criterios que aseguren la incorporación significativa de las TIC y que aporten valor añadido a la resolución de problemas más allá de la mera automatización de cálculos.

Por consiguiente, para que la interacción con la IAG sea verdaderamente fructífera, es indispensable que cuenten con orientaciones didácticas claras que los guíen en la producción de consignas matemáticas potentes y contextualizadas, que sean cognitivamente desafiantes y promuevan el desarrollo de competencias matemáticas en la formación de profesores. Algunos de estos criterios se han presentado y ejemplificado a lo largo de este capítulo.

En la era actual, no podemos seguir proponiendo a los futuros profesores de Matemática que utilicen para diseñar sus clases problemas extraídos de libros clásicos o de nuestra propia formación de grado, donde la tecnología no desempeñaba el papel central que tiene hoy. Es imprescindible formarlos para que puedan adaptar las consignas a los tiempos modernos, considerando el impacto significativo de la tecnología en la educación y las características únicas de los estudiantes actuales. Apuntamos a formar futuros profesores de

matemática, que han crecido en un entorno digital, capaces de diseñar actividades que no solo sean relevantes y desafiantes, sino que también reflejen la evolución tecnológica y las necesidades contemporáneas. La simple reutilización de problemas antiguos, recursos obtenidos en línea o diseños que propone la IAG no es suficiente; es necesario innovar y actualizar los enfoques pedagógicos para alinearlos con las expectativas y capacidades del siglo XXI.

Finalmente, el éxito en la integración de la IAG en la educación matemática depende de la experiencia acumulada por los usuarios y del contexto específico en el que se aplica. La conexión entre el contexto y las herramientas tecnológicas requiere, de parte de quienes enseñan o se están formando para hacerlo, una disposición reflexiva, sensible a las transformaciones educativas contemporáneas, estableciendo objetivos claros y desafiantes que enriquezcan el aprendizaje autónomo y profundo de los estudiantes. Así, la colaboración entre profesores y la IAG puede revolucionar la enseñanza de la matemática adaptándose a las necesidades y potencialidades de la era digital, y transformando tareas rutinarias en auténticos problemas abiertos y desafiantes. La IAG no sustituye al docente: lo desafía a repensar su práctica. Para asumir ese desafío con responsabilidad y sentido formativo, los conocimientos didácticos no solo resultan necesarios: se vuelven imprescindibles.

5. Referencias bibliográficas

- Alsina, C. (2007). Si Enrique VIII tuvo 6 esposas, ¿cuántas tuvo Enrique IV? El realismo en educación matemática y sus implicaciones docentes. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43, 85–101.
- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Ediciones UNGS.
- Bonservizi, V., & Sgreccia, N. (2021). Las TIC en el aula de formación de profesores en matemática. *UNIÓN: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 63, 1–21. <https://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/446>.
- Botta Gioda, R. G., Reid, M., & Cavero, L. V. (2024). Explorando el uso de TIC en la formación inicial de profesores en matemática desde la

- mirada estudiantil. *Trayectorias Universitarias*, 10(19), e173. <https://doi.org/10.24215/24690090e173>.
- Budnick, F. (2007). *Matemáticas aplicadas para administración, economía y ciencias sociales* (4.^a ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Devore, J. L. (2008). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (7.^a ed.). Cengage Learning.
- Haeussler, E., & Paul, R. (2003). *Matemáticas para administración y economía* (10.^a ed.). Pearson Education.
- Memarian, B., & Doleck, T. (2024). Teaching and learning artificial intelligence: Insights from the literature. *Education and Information Technologies*, 29, 21523–21546. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12679-y>.
- Pochulu, M., & Font Moll, V. (2025). Idoneidad didáctica de tareas de matemáticas reformuladas con inteligencia artificial. *Paradigma*, 45(3), e2025027. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2025.e2025027.id1621>.
- Selwyn, N. (2021). *Education and technology: Key issues and debates* (3.^a ed.). Bloomsbury Academic.
- Selwyn, N. (2022). The future of AI and education: Some cautionary notes. *European Journal of Education*, 57(4), 620–631. <https://doi.org/10.1111/ejed.12532>.
- Stein, M. K., Smith, M. S., Henningsen, M., & Silver, E. A. (2000). *Implementing standards-based mathematics instruction: A casebook for professional development*. Teachers College Press.

Capítulo 6

Una experiencia de inmersión en el rol docente

Gustavo Carnelli, Paula Leonian y Mabel Rodríguez¹

En este capítulo describimos una experiencia en la formación inicial de profesores de matemática en la UNGS en la que los estudiantes adquieren conocimiento de educación matemática a partir de una propuesta de inmersión en el rol docente.

En la primera sección planteamos la problemática de la formación en educación matemática del futuro profesor y el posicionamiento desde el que elaboramos esta propuesta. En la segunda sección detallamos características de la propuesta y compartimos decisiones didácticas y ejemplos. A modo de cierre, dejamos una serie de desafíos pendientes de abordar.

1. El problema de la formación en educación matemática del futuro profesor

La formación inicial docente requiere experiencias auténticas que tensionen los saberes previos y habiliten procesos reflexivos sobre el rol profesional. Entre ellas, las instancias de inmersión en escenarios reales de enseñanza permiten

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento.

a los futuros profesores enfrentar situaciones complejas, tomar decisiones en tiempo real y revisar sus marcos de actuación. No se trata solo de “ensayar” la docencia, sino de construir herramientas para leer el aula, intervenir con criterio y repensar la práctica en diálogo con otros. Este capítulo recupera una experiencia formativa en una asignatura que no tiene entrada al aula real, pero que pone al futuro profesor en la tarea de asumir el rol. Se desarrolla en el último tramo del profesorado, y permite visibilizar los modos en que los estudiantes construyen conocimientos didácticos habiéndose apropiado del rol docente. Particularmente, como parte de la problematización de la formación docente, en este apartado nos interesa plantear la discusión sobre la formación inicial en asignaturas de educación matemática, lo que podríamos llamar *la didáctica de la didáctica (de la matemática)*.

Nos preguntamos: *¿de qué manera enseñarle al futuro profesor conceptos, perspectivas, aspectos metodológicos, etcétera –del campo de la educación matemática– de manera que disponga de los conocimientos especializados para realizar idóneamente la tarea de enseñar matemática?* Esta pregunta, sin dudas, nos obligaría a desmenuzar, al menos, qué aspectos abarca la *tarea de enseñar matemática*, qué alcance darle al término *idóneamente* y si es factible delimitar un universo de las cuestiones a enseñar que quedan inmersos en el término *etcétera* mencionado anteriormente. Esto nos hace pensar en cómo comprender la práctica de enseñar matemática, cuál es el papel que juegan los elementos teóricos y metodológicos para diseñar, gestionar y comprender lo que sucede en el aula, así como manejar la relación entre los aprendizajes personales y las cuestiones sociales alrededor de la enseñanza. Entendemos, al menos desde nuestra perspectiva y experiencia, que este es un cuestionamiento complejo. La bibliografía a la que accedimos no da cuenta de experiencias de enseñanza de contenidos didáctico-matemáticos, aunque sí se encuentran estudios sobre los conocimientos didácticos adquiridos en la formación inicial, como por ejemplo el de Pincheira et al. (2021). Sin embargo, consideramos que esta preocupación ha sido abordada dentro del marco más amplio de la *formación inicial de profesores de matemática*. Mencionamos a continuación algunos aportes de Llinares (2007) que, aunque no se refieren de manera directa al asunto del que nos ocupamos aquí, nos permiten asumir un posicionamiento en el que nos resultó factible dar una respuesta a la formación en educación matemática. Presentamos el posicionamiento hacia el final de este apartado y en la siguiente sección describimos la experiencia implementada.

Llinares (2007) recopila y sintetiza consideraciones que han sido mencionadas en trabajos de distintos investigadores. Entre ellas, menciona utilizar teorías explícitas sobre el aprendizaje del profesor para fundamentar los planes de formación. Estos, a su vez, sugiere que sean organizados alrededor de las diferentes tareas profesionales que conlleva el enseñar matemática. Por otro lado, agrega que la formación inicial de profesores tendría que preparar al futuro docente para aprender desde la práctica de enseñanza y proyecta la necesidad de articular esta formación con el desarrollo profesional.

Compartimos una perspectiva que Llinares ha advertido desde algunos años, pero no ha llegado a las aulas de la formación de profesores:

El proceso de aprendizaje de los estudiantes para profesor y de los profesores ha empezado a ser concebido como un proceso de enculturación (Llinares, 2004; 2002a) considerando los saberes de referencia, la naturaleza del conocimiento profesional y las características del uso del conocimiento en el desarrollo de una determinada práctica (que en este caso es la actividad de enseñar matemáticas) (Llinares, 2007, p. 2).

Esta idea de la enculturación pondría al futuro profesor de matemática ante la necesidad de dar respuestas a situaciones que, como profesional graduado, deberá enfrentar. El autor menciona que un proceso de aprendizaje en esta línea requeriría, de parte del futuro docente, poseer-usar-generar conocimiento y atender a la relación entre teoría y práctica. En nuestro rol de formadores, entonces, tendríamos que diseñar entornos de aprendizaje que brinden oportunidades para que los futuros profesores generen conocimientos, los utilicen y reflexionen sobre los vínculos entre la teoría y la práctica.

Con este marco, hemos asumido para la primera asignatura de educación matemática del Profesorado de la UNGS los siguientes dos posicionamientos:

- a. Asumir la perspectiva de la enculturación y proponer una asignatura en la que se ofrezcan situaciones de inmersión en el rol docente.
- b. Considerar que la formación en educación matemática debe asegurar que el futuro docente conozca distintas teorías del campo de la educación matemática y diversas cuestiones metodológicas.

Así como el primer ítem alude a *cómo enseñar educación matemática*, el segundo aborda el *qué* de la educación matemática incluir en la formación inicial. Este último punto enfatiza la necesidad de que se conozca la existencia de diversidad de teorías. Expresándolo por la negativa evitaríamos formar docentes en

una única línea de educación matemática. Cabe resaltar que, más allá de con cuánta profundidad se aborden algunas de ellas, entendemos que la formación debe brindar herramientas para profundizar, así como para abordar otras no trabajadas en el nivel superior. Así, el futuro docente dispondrá de herramientas para distinguir posicionamientos subyacentes a materiales curriculares, podrá recurrir a alternativas ante distintas situaciones de clase, se le facilitará comprender cambios en perspectivas teóricas, etc. En Pochulu y Rodríguez (2012) y Rodríguez et al. (2024) se accede a un material que presenta la diversidad de enfoques teóricos del campo de la educación matemática, y en Barreiro et al. (2022) se accede a elementos metodológicos.

2. Una experiencia en la formación inicial

La propuesta se sitúa en una asignatura que promedia el trayecto de formación, pero es la primera asignatura con contenidos específicos de educación matemática. Se espera que los futuros docentes construyan saberes didácticos, que los integren con los matemáticos y pedagógicos, y que reconozcan las tensiones que supone intervenir en las aulas. El trabajo planteado permite a los futuros profesores vivenciar el oficio, enfrentando no solo los desafíos técnicos, sino también los dilemas éticos y profesionales del enseñar.

El plan de estudios del Profesorado Universitario de Educación Superior en Matemática, que habilita para la actividad docente en los niveles secundario y superior, incluye tres asignaturas que son específicas de educación matemática: Enseñanza de la Matemática I y II, y la Residencia Docente. Nos focalizamos aquí en Enseñanza de la Matemática I (EM1), asignatura semestral de 64 horas que está ubicada formalmente en el séptimo semestre (de diez que componen el itinerario). De las experiencias que los estudiantes han tenido previamente en su tránsito por la carrera, destacamos el estudio de las teorías del aprendizaje, la problematización de la enseñanza y el conocimiento de la escuela como ámbito de la tarea docente, todo esto desde una perspectiva general, sin especificidad matemática.

A grandes rasgos, en esta asignatura desarrollamos elementos de distintas líneas teóricas en educación matemática y trabajamos cuestiones metodológicas vinculadas a la tarea de enseñar matemática. A modo de ejemplo, podemos mencionar como elementos teóricos el uso de heurísticas en la resolución de problemas –dentro de la Escuela Anglosajona (Barreiro, 2022)– y la Teoría

de Situaciones Didácticas –dentro de la Escuela Francesa (Barreiro, 2022)–, y como cuestiones metodológicas a los criterios para valorar el uso de la tecnología en la clase.

Luego de algunos años en que hemos dictado la asignatura, como parte de los intercambios que usualmente tenemos con vistas a mejorar la propuesta, quedó planteada la necesidad de que lo escolar tuviera una mayor presencia. Así surgió la idea de organizar la asignatura, ya desde hace algunas cursadas, en torno de problemas de la actividad docente. Esto significa que lo teórico y lo metodológico aparecen ahora para dar respuesta a los problemas planteados. Debido a que se trata de una asignatura que no tiene actividades de práctica docente, vale señalar que los problemas que les planteamos son situaciones simuladas que pretenden reproducir, en alguna medida, tareas del quehacer docente. Algunas de las situaciones-problemas que propusimos en distintas cursadas son los que describimos brevemente a continuación.

- Situación 1: una escuela secundaria hace una convocatoria para la cobertura de un cargo docente y nuestros estudiantes deben postularse. Para ello, deben enviar por correo electrónico un *curriculum vitae* (CV) y una propuesta de actividades para enseñar un cierto tema. Luego, deben presentarse a una entrevista con la coordinación del área de matemática y la dirección de la institución.
- Situación 2: una escuela secundaria convoca especialistas en educación matemática para dar un encuentro de capacitación a sus docentes en algún asunto importante. Nuestros estudiantes ofician de capacitadores. Organizados en grupos, cuando un grupo ejerce el rol de capacitador, los compañeros hacen de docentes de la escuela que participan de la capacitación.
- Situación 3: como integrantes de la comunidad académica participan de una mesa de un evento tipo congreso, jornada o simposio, bajo una temática que corresponda a algún asunto teórico importante de la asignatura. Cada estudiante debe hacer una exposición breve y luego se hace una ronda de intercambio de preguntas entre todos.

El desarrollo de cada una de las situaciones incluye una instancia oral y la elaboración de un escrito que puede ser de entrega previa o posterior a la presentación pautada. En ambos casos, se pretende enriquecer la presentación final de cada problema.

A continuación, tomamos a modo de ejemplo una de las situaciones que utilizamos de una de las cursadas, presentamos la formulación completa y describimos su tratamiento. Se trata de una *versión* de la que mencionamos como Situación 1 (pueden verse otros detalles en Rodríguez y Carnelli, 2024).

Planteo de la situación

Han decidido presentarse a una convocatoria para la cobertura de cargos docentes en una escuela secundaria de la zona de influencia de la UNGS.

La convocatoria difundida es la siguiente:

La Escuela Secundaria A convoca a docentes para la cobertura de la asignatura Matemática en un curso de tercer año en el turno mañana. El trabajo es en pareja pedagógica y la presentación a la selección debe ser conjunta.

La Escuela Secundaria A es una institución de nivel secundario de gestión estatal de la zona céntrica de Los Polvorines. Tiene 3 cursos de primero, segundo y tercer año, y 2 cursos de cuarto, quinto y sexto año. El curso de tercer año correspondiente a esta convocatoria tiene 25 estudiantes. Han tenido un dictado normal de la asignatura Matemática en los dos años anteriores. El rendimiento del grupo ha sido desparejo en esas dos cursadas. No se aprecian conflictos significativos en los vínculos y habitualmente trabajan en grupo y exponen sus producciones ante el colectivo de la clase, tanto oralmente como en el pizarrón. Hay estudiantes que se ausentan de clases con cierta frecuencia.

Procedimiento de selección:

- (a) Envío de *curriculum vitae* (CV) de cada integrante de la pareja, por correo electrónico a la dirección xxxx. Plazo de envío: xx/xx/xxxx.
- (b) Envío por correo electrónico, a la misma dirección, de una propuesta escrita de actividades que pueda utilizarse como guía de trabajos prácticos de referencia para la enseñanza de los siguientes temas de álgebra de tercer año: *trabajo con expresiones algebraicas y resolución de ecuaciones e inecuaciones*. Estimativamente, se espera una extensión de 2 páginas. Plazo de envío: xx/xx/xxxx.
- (c) Realización de una entrevista de la pareja con la coordinación del área de Matemática y el Equipo Directivo de la institución. En esta

instancia se darán 15 minutos para explicar oralmente la propuesta enviada para luego responder preguntas por un lapso de unos 15 minutos. Se asignará un horario del día xx/xx/xxxx.

(d) Luego de la entrevista, podrá solicitarse el reenvío de la propuesta de actividades en una versión mejorada.

En una de las implementaciones de esta situación, invitamos a una docente del campo de la lengua a asumir el rol de directora de la Escuela. De este modo, el día de las entrevistas los futuros profesores pudieron vivenciar los intercambios con un docente del área y con una autoridad cuya mirada sobre el plantel docente es diferente, así como las preguntas o inquietudes que despierta cada postulante.

A continuación, describimos lo que trabajamos en las clases para abordar esta situación. Por un tema de extensión del escrito, nos centramos en lo principal de la experiencia.

- **Confección del CV:** organizamos un encuentro con personal de Bienestar Universitario de la UNGS en el que se explican las características que se espera que tenga un CV dirigido a una búsqueda laboral docente y se dan algunos *tips* para desenvolverse en una entrevista laboral. Los docentes de la asignatura complementamos con aportes desde nuestra experiencia.
- **Enseñanza del álgebra escolar:** les proponemos a nuestros estudiantes que hagan una búsqueda bibliográfica acerca de la temática que deben preparar, tanto desde lo matemático como de las cuestiones didácticas involucradas. En esta búsqueda deben incluirse también los lineamientos del diseño curricular de la jurisdicción. A partir de lo hayan encontrado, seleccionamos qué trabajar en la clase. En el caso de que lo consideremos necesario, sugerimos alguna bibliografía. En particular, para ese tema, consideramos valiosos los aportes de Arcavi (1994) que suelen englobarse bajo el título de *Sentido Simbólico* y, también, los de Sessa (2005). A partir de las lecturas realizadas, en las clases cada grupo discute qué incluir del tema, con qué tipo de actividades y qué herramientas didácticas teóricas fundamentan la propuesta. Los docentes acompañamos a los estudiantes a partir de las consultas que nos realizan y sugerencias que les realizamos. Esto nos lleva a la necesidad de trabajar sobre criterios a tener en cuenta para la redacción de

consignas matemáticas para la clase, lo que incluye pensar qué tipo de *actividad matemática* (Barreiro et al., 2022) se pretende desarrollar en los hipotéticos estudiantes.

El análisis de lo vivido no se limitó a una reconstrucción individual. A través de instancias colectivas de discusión, los estudiantes pudieron identificar regularidades, reconocer decisiones implícitas y revisar sus propias creencias sobre la enseñanza. Estos espacios de análisis colaborativo resultaron claves para desnaturalizar ciertas prácticas escolares y habilitar interpretaciones más fundamentadas. Como lo señalan autores como Schön (1991) y Escudero (2005), la reflexión sobre la práctica se potencia cuando se hace en diálogo con otros, en un marco que habilita preguntas genuinas y la reconstrucción situada del hacer docente.

Es importante mencionar que el escrito elaborado por los estudiantes es entregado antes de que se lleve a cabo la entrevista personal/presencial, por lo que la devolución docente constituye una potente herramienta para enriquecer la propuesta final del trabajo. Luego, cada grupo deberá entrevistarse con el equipo directivo (docentes de UNGS invitados a cumplir ese rol) y la coordinación del Área de Matemática (docentes de EM1) donde responderán preguntas sobre el CV y también podrán fundamentar la propuesta enviada en función de las correcciones realizadas.

3. A modo de cierre

En general, los estudiantes de EM1 no tienen experiencia previa en este tipo de situaciones, ya sea porque accedieron a un trabajo formal sin haber pasado por estas instancias o bien porque en el momento no cuentan con experiencia docente.

En las experiencias que hemos tenido y que ajustamos en cada reedición de la materia, preguntamos a los estudiantes sobre sus vivencias. En general acuerdan que, inicialmente, el planteo les genera desconcierto, lo que no les permite avanzar. Estar en un rol diferente al receptivo, que se espere de ellos un desempeño profesional les permite, apenas lo asumen, comenzar a desenvolverse autónomamente. Reconocen dificultades para acomodarse a la propuesta, pero valoran su vivencia y formación como docentes.

En estas respuestas se advierte no solo una valoración positiva de la propuesta, sino también una toma de conciencia respecto de las exigencias que

conlleva el ejercicio docente. Desde la perspectiva del equipo formador, estos testimonios habilitan una lectura más amplia sobre los modos en que los estudiantes comprenden su rol y construyen una identidad profesional. Las tensiones, las dudas y los logros que manifiestan no deben entenderse como resultados individuales, sino como indicadores de lo que una propuesta formativa es capaz de movilizar.

Estas devoluciones abren preguntas clave para quienes formamos futuros docentes. ¿Qué nociones de profesionalidad están disponibles al momento de diseñar propuestas como esta? ¿Qué saberes ponen en juego los estudiantes cuando deben elaborar propuestas, anticipar dificultades o defender sus decisiones ante otros? Lo que emerge no puede reducirse a la aplicación de conocimientos aprendidos. Se trata de una puesta en situación que permite observar con qué herramientas interpretan, cómo articulan distintas dimensiones de su formación y qué lugar le otorgan a la incertidumbre en su desempeño.

Desde una perspectiva formativa, estas experiencias actúan como un dispositivo de análisis tanto para los estudiantes como para los docentes responsables de la asignatura. Invitan a revisar no solo lo que los estudiantes logran producir, sino también las condiciones que hacen posible esa producción. En este sentido, el trabajo sobre situaciones simuladas, cuando está acompañado de instancias colectivas de discusión y de devolución, habilita un proceso reflexivo valioso que trasciende la tarea puntual y permite construir criterios profesionales con mayor profundidad.

Este tipo de propuestas no reemplaza la práctica real en escuelas, pero sí anticipa algunas de sus condiciones estructurales. La toma de decisiones, la necesidad de argumentar, el trabajo con pares y la adaptación a un contexto institucional particular aparecen como dimensiones centrales que enriquecen la formación y permiten hacer visible lo que muchas veces permanece tácito en el tránsito por la carrera.

4. Referencias bibliográficas

- Arcavi, A. (1994). Symbol sense: Informal sense-making in formal mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 14(3), 24–35.
- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática* (3.^a ed.; M. Rodríguez, coord.). Ediciones UNGS.

- Escudero, J. M. (2005). *La formación del profesorado: Aprender a enseñar*. Octaedro.
- Llinares, S. (2007). Formación de profesores de matemáticas: Desarrollando entornos de aprendizaje para relacionar la formación inicial y el desarrollo profesional. En *XIII Jornadas de Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas (JAEM)*.
- Pincheira, N., Vásquez, C., & Giacomone, B. (2021). Una aproximación al conocimiento didáctico-matemático de futuros profesores de educación básica para enseñar matemáticas elementales. *Uniciencia*, 35(2). https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34702021000200119.
- Pochulu, M., & Rodríguez, M. (Comps.). (2012). *Educación matemática: Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos* (Vol. 1). Editorial Universitaria de Villa María & Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Rodríguez, M., & Carnelli, G. (2024). Un enfoque para la enseñanza de la educación matemática en la formación docente inicial. *Sumamente Matemática: Revista Multidisciplinar de Investigación Educativa*, 1(1), 11–20. <https://sites.google.com/view/revista-sumamente-matematica>.
- Rodríguez, M., Pochulu, M., & Espinoza, F. (Comps.). (2024). *Educación matemática: Aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos* (Vol. 2). Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Sessa, C. (2005). *Iniciación al estudio didáctico del álgebra: Orígenes y perspectivas*. Libros del Zorzal.
- Schön, D. A. (1991). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Ashgate Publishing.

Sección 3

Sobre la formación en la práctica docente

Enseñar no consiste en reproducir lo aprendido ni en seguir procedimientos preestablecidos. Enseñar implica intervenir en escenarios complejos, interpretar lo que sucede en el aula y construir sentido en tiempo real. La práctica docente, en este marco, no puede reducirse a un momento de aplicación. Se configura como un campo de problemas que interpela a quien se forma para enseñar, lo obliga a tomar decisiones, a leer situaciones imprevistas y a revisar sus propias acciones. Esta sección se construye desde esa mirada y reúne dos capítulos que abordan la formación situada en la práctica, desde enfoques complementarios pero convergentes en su apuesta por formar docentes críticos, capaces de pensar su hacer.

El capítulo 7 analiza las condiciones necesarias para que los futuros profesores desarrollen una actitud reflexiva sobre su propia práctica. Se discuten las formas en que esa reflexión es promovida en los institutos y profesorados, y se advierte que no toda actividad rotulada como reflexiva logra abrir espacio para una comprensión genuina de lo que acontece al enseñar. El texto cuestiona ciertos modelos que proponen la reflexión como trámite o como forma de validación externa, sin atender a los conflictos reales que enfrenta quien comienza a enseñar. A partir de situaciones específicas se observan momentos donde los estudiantes construyen significados sobre sus intervenciones, reco-

nocen contradicciones y comienzan a elaborar criterios propios. La reflexión aparece aquí como una práctica social situada, atravesada por marcos teóricos, lenguajes compartidos y condiciones institucionales que habilitan o restringen la posibilidad de pensar lo que se hace.

El capítulo 8 se concentra en la producción de materiales multimediales en entornos virtuales como parte de la formación inicial. No se trata de una discusión instrumental sobre recursos digitales, sino de una experiencia en la que el diseño se convierte en una instancia formativa que demanda tomar decisiones sobre la representación de ideas matemáticas, la organización de contenidos y la anticipación de interpretaciones posibles por parte de los estudiantes. A partir de ejemplos reales se analizan decisiones didácticas presentes en producciones estudiantiles, se reconocen modos de intervenir sobre los significados de los objetos matemáticos y se destacan las potencialidades del entorno digital como espacio de construcción profesional. Lejos de asumir la virtualidad como solución transitoria, el texto propone comprenderla como un campo que exige nuevas formas de pensar la enseñanza y que interpela el rol docente desde dimensiones no siempre consideradas en la formación presencial tradicional.

Ambos capítulos colocan en el centro de la discusión la práctica como objeto de formación. No se trata de aprender a actuar correctamente según prescripciones externas, sino de construir una mirada que permita leer lo que se hace, anticipar sus efectos y tomar decisiones informadas en contextos reales. Esta sección invita a pensar que enseñar no es un destino al que se accede por acumulación de saberes, sino una construcción que se sostiene en la experiencia, en la revisión crítica de lo actuado y en la elaboración progresiva de herramientas para comprender lo que acontece en el aula.

Capítulo 7

La formación para la reflexión sobre las prácticas propias

Mabel Rodríguez¹

En este capítulo abordamos el problema de formar a un futuro profesor de matemática para que, una vez graduado y en ejercicio, disponga de herramientas para reflexionar sobre sus propias prácticas.

En la primera sección situamos esta problemática en el campo de la formación docente desde las investigaciones en educación matemática y, en la segunda, compartimos una experiencia implementada con estudiantes del Profesorado Universitario de Educación Superior en Matemática de la UNGS. En el cierre, compartimos algunos desafíos pendientes y reflexiones finales.

1. El docente reflexivo: ¿por qué es necesario contribuir desde la formación inicial?

Carrillo et al. (2014) proponen un modelo que permite identificar los conocimientos especializados que pone en juego un profesor de matemática en su quehacer profesional con énfasis en su tarea primaria: *enseñar matemática*. En él se considera el conocimiento matemático (con sus subdominios: de los temas,

¹ Universidad Nacional de General Sarmiento.

estructura y práctica) así como el conocimiento didáctico del contenido (con sus subdominios: de los estándares, del aprendizaje y de la enseñanza), ambos permeados por creencias (de la matemática y de la enseñanza y aprendizaje). Sin embargo, entre sus elementos no se advierte *explícitamente* la presencia del conocimiento metacognitivo, que entendemos que será importante para un desenvolvimiento profesional idóneo. Este conocimiento alude, en términos de González, a:

Una serie de operaciones, actividades y funciones cognoscitivas llevadas a cabo por una persona, mediante un conjunto interiorizado de mecanismos intelectuales que le permiten recabar, producir y evaluar información, a la vez que hacen posible que dicha persona pueda conocer, controlar y autorregular su propio funcionamiento intelectual (1996, p.109).

Esta noción aplica para instancias de aprendizaje matemático tanto como de otros saberes. En este sentido, nos parece valioso realzar su importancia no solo en el rol profesional, sino desde la formación inicial, integral, de un futuro profesor de matemática. González (1996) identifica una dimensión referida a la *comprensión* requerida no solo en términos disciplinares, sino en términos del propio accionar cognitivo, y otra referida a la *gobernación* que alude al control, regulación y monitoreo que el propio sujeto realiza sobre sí mismo concurrentemente con la actividad.

Este conocimiento metacognitivo es necesario para poder desplegar prácticas reflexivas sobre el trabajo que un profesor realiza, que le permitan mejorarlas. En términos de Jackson (1975), la actividad reflexiva es realizada por el docente en una fase postactiva posterior al trabajo de planificación (en una la fase preactiva) y al de la gestión de la clase en el aula (fase interactiva). Es esta tríada la que permite identificar el proceso completo, cíclico, de reflexión-sobre-la-acción –que Llinares (2000) resalta aludiendo al trabajo de Schön (1991)– elemento sustantivo para el reconocimiento de logros, dificultades y cuestiones a mejorar en la tarea docente. Si esta reflexión-sobre-la-acción no resulta lograda, un docente podría quedar limitado a sus percepciones sobre su trabajo, sin que estas necesariamente se correspondan con lo sucedido en clases.

Se advierte así la necesidad de promover que los profesores completen el proceso incluyendo la fase postactiva y para ello resulta clave brindar herramientas apropiadas en la formación inicial. De este modo, el futuro docente podría adquirir práctica en regular su propio proceso metacognitivo para abordar la reflexión posterior a la gestión de clases. La intención es que esta reflexión pueda

ser sostenida por el futuro docente según pautas de la comunidad académica (ver capítulo 1 de Barreiro et al., 2022), ofreciendo evidencias y vínculo con teoría y no solo juicios que podrían corresponder a percepciones o quedar únicamente en un plano declarativo.

2. Una experiencia en la formación inicial que promueve la reflexión sobre las prácticas de futuros profesores

En esta sección presentamos algunos aspectos centrales de una experiencia llevada a cabo en la asignatura Residencia II para el Profesorado en Matemática. Esta asignatura es anual y es la única en la que, luego de actividades anteriores, los futuros profesores se hacen cargo, en duplas, de la enseñanza de un tema matemático. Este es asignado por un docente coformador, quien pone a disposición su aula real en una institución de nivel medio.

Cuando el tema le es asignado a los residentes, luego de la observación de clases a cargo del coformador, planifican la enseñanza, asunto que fue enseñado en una asignatura previa, antes de quedar a cargo del curso antes de quedar a cargo del curso. De este modo, los objetivos principales de aprendizaje en la Residencia pueden focalizarse en la gestión de la clase y en la reflexión autónoma de las propias prácticas. Para la etapa de observación tomamos consideraciones básicas que pueden verse en Fierro y Rodríguez (2015), y para la planificación las pautas desplegadas en Barreiro et al. (2022).

Aquí focalizamos en la experiencia desde el rol de tutora, acompañando los distintos momentos de trabajo: observación, análisis de lo observado, planificación, ajustes, etc., hasta la entrada al aula. En particular, compartimos el trabajo en etapas progresivas en el tiempo y de complejidad creciente que permiten llegar a plantear actividades formativas dentro de la Residencia para abordar la práctica reflexiva autónoma por parte del futuro docente.

2.1. Las etapas de trabajo

El trabajo fue planteado en dos etapas. La primera plantea un trabajo con registros, tomados por la tutora, de las clases que los futuros docentes efectivamente dictan. Esto, como primer paso, pone a disposición de los practicantes los datos de donde deberán obtener evidencias para hacer su análisis de las clases dadas.

La segunda etapa pone al residente ante la necesidad de definir cuáles datos requerirán para analizar sus clases, establecer cómo los obtendrán, obtenerlos durante la práctica en aula para, finalmente, llegar al momento de reflexión. Damos detalles de una propuesta implementada que no pretende ser un modelo a seguir, sino solo un ejemplo de cómo puede abordarse esta cuestión en particular en nuestro caso en el que, como hemos dicho, las prácticas en el nivel medio se planifican y gestionan en duplas de residentes. El modo en el que gestionan es decisión del equipo. En algunos casos, un residente es quien asume la responsabilidad mayor en una clase y se alternan en este rol; mientras que, en otros casos, gestionan ambos en cada clase, en distintos momentos.

ETAPA I: TRABAJO CON REGISTROS DE LAS CLASES DADAS POR LOS RESIDENTES

CONSIGNAS PARA LOS FUTUROS DOCENTES

Consideraciones

- *El trabajo que sigue es en equipo, aunque la clase haya estado a cargo de una sola persona.*
- *El objetivo de este trabajo es que **cada equipo pueda analizar su propia práctica.***

Primer momento

El tutor observa una clase, registrando lo más fielmente posible lo sucedido, lo transcribe y pone la transcripción a consideración del equipo de residentes a cargo de la clase.

Consigna E1-M1: analizar el registro en función de lo que han trabajado en su formación.

Objetivo: la finalidad es saber qué es lo que el equipo *vería* en esa clase sin intervenciones de observadores.

Nota para el lector: los residentes saben que los análisis requieren la articulación de: juicios, evidencias y teoría (capítulo 1 de Barreiro et al., 2022). Como se ve en la consigna, no se les indica qué teoría utilizar ni cuál es la fuente de la

que obtendrán evidencias. El diseño curricular de la provincia podría funcionar como teoría en este análisis y sería pertinente.

Condiciones: basta hacer un punteo, tener claro qué es lo que quieren compartir, pero considerando evidencias del registro y vínculo con teoría. No hace falta una redacción cuidada. Comparten ese punteo por audio o por escrito (no habría encuentro presencial porque la idea es que quede registro).

Segundo momento

El tutor identifica episodios de la transcripción de la clase y se los acerca al equipo. Puede sumar preguntas sobre los episodios. Se pide:

Consigna E1-M2: analizar los *episodios* y pensar alrededor de las *preguntas* que se incluyen en el documento (si es el caso).

Objetivo: forzar la mirada, para el análisis, a algunas partes de la clase que tienen riqueza por lo matemático que se encuentra, por las interacciones, gestión, etc.

Condiciones: *mismas condiciones anteriores.*

Tercer momento

El equipo de residentes se encuentra con el tutor para conversar sobre la transcripción.

Objetivo: dar lugar a que los residentes reconozcan situaciones sucedidas en la clase.

Aquí, el tutor interviene por medio de preguntas, lo que provoca la reflexión. Asimismo, se promueve una mirada introspectiva para proponer la reflexión metacognitiva.

ETAPA 2: TRABAJO EN POS DE REFLEXIÓN AUTÓNOMA DEL FUTURO DOCENTE

Consideraciones

- *Este trabajo es en equipo, aunque la clase haya estado a cargo de una sola persona.*
- *El objetivo de este trabajo es que cada equipo empiece a **pensar cómo hará para reflexionar sobre su propia práctica cuando no haya un registro escrito** (ni video) de la clase. Esto último es lo que ocurrirá en casi la totalidad de su desempeño como docentes, por eso es importante pensar, mientras cuentan con el acompañamiento del tutor, sobre cómo lo van a hacer.*

Primer momento

Consigna E2-M1: pensar cómo harían/qué necesitarían/... para poder reflexionar sobre su propia práctica si no cuentan con un registro (ni escrito ni en video).

Condiciones: *basta hacer un punteo, no hace falta una redacción cuidada. Comparten ese punteo por audio o por escrito (no tendríamos un encuentro presencial sobre esto porque la idea es que les quede registro).*

Segundo momento

Consigna E2-M2: les compartiré preguntas para que piensen.

Mismas condiciones anteriores.

Tercer momento

Nos juntamos a conversar.

Cuarto momento

Consigna E2-M4: identifiquen algo sobre lo que quieran analizar cómo les está funcionando en las clases que dan; piensan qué insumos necesitarán para hacerlo (imaginándose que no hay un tutor observando), luego darán la clase, recabarán datos (si los necesitan) y por último harán su reflexión, la que compartirán con la tutora.

Quinto momento. *La tutora observa la clase en la que los residentes han decidido analizar algún aspecto. No toma registro.*

Luego de dar clase, analicen lo que consideren y conversamos.

No hemos compartido algunas situaciones recabadas durante el trabajo de residentes para preservar sus identidades. Sin embargo, mencionamos las siguientes cuestiones, a modo de ejemplo.

Un ejemplo de lo que surge en el análisis de las clases, por parte de los residentes:

- Reconocen intervenciones docentes que dan información, que inducen la respuesta o que norman una forma de resolver una actividad.

Aquí puede verse, entre paréntesis, en cursiva, lo que los practicantes observaron de las intervenciones realizadas.

Prof.: tienen calculadora? Sáquenla porque la van a necesitar. (*Tendría que haber dicho algo como que podrían apoyarse con la calculadora si querían, para que noten que pueden recurrir como herramienta*).

Prof.: Cómo sé que este lado y este lado son iguales? (la docente señala) (*Induce a la respuesta*)

A: porque se cruzan en el vértice

Prof.: les di una sugerencia, se acuerdan? (*Induce a la respuesta*)

Prof.: fíjense la consigna, te da datos (*guiado*)

Prof.: qué pasa con las diagonales? (*nuevamente guiado*)... Se cruzan en el punto medio, ¿entonces? (la docente señala lo que es igual)... Entonces, cuándo mide cada triangulito? Un medio.

- Reconocen la necesidad de crear necesidades en los estudiantes y que lo que surja en las clases tenga sentido para ellos.

Prof.: vayan tomando apuntes, el resto (¿Qué quiere decir tomar apuntes? Habría que trabajar con los alumnos la importancia de tomar apuntes con una actividad que sirva. Que ellos noten lo valioso de tomar apuntes en esta materia y en otras. Que no lo tomen para nosotras, sino que para ellos)

Un ejemplo de las preguntas asignadas y las respuestas de los residentes:

PARA TRABAJAR CON LOS REGISTROS

Para que piensen

- *Cuidado a los estudiantes.* Cómo están, si copiaron, si entienden, si participan/ pasan al pizarrón todos o siempre los mismos, cómo les resulta la clase, si muchos/varios siguen las discusiones (evitando el “uno a uno”)...
- *Control de los tiempos de la clase.* Cuánto tiempo damos en cada parte, alguna parte la vieron demasiado extensa respecto de otras, consideran que se hizo demasiado largo/corto algo en la clase, etc.

Episodios para ver lo matemático

- *Sobre lo matemático.* Señalé en verde dos episodios. Vean qué ven ahí.

Y por último: ¿qué resoluciones reconocerán/habrán producido/habrán comprendido los estudiantes?, ¿habrán visto/entendido/registrado que hubo varias y que ponen en juego cuestiones matemáticas más/menos complejas, y que todo lo matemático fue extremadamente rico?

Las respuestas pueden verse aquí. Lo grisado fue señalado para la conversación posterior con los residentes.

Cuidado a los estudiantes

En su mayoría los chicos copian, si se les pide, pero no todos copian las discusiones, es decir, las respuestas que se dan entre todos, las cuales escribimos en el pizarrón.

La participación se da en general siempre por los mismos alumnos. Lo que podemos observar es que muchos resuelven correctamente las actividades pero no la suelen compartir en voz alta.

Control de los tiempos de la clase:

Tratar de controlar más los tiempos para ver si conviene más cerrar la idea o seguir agregando actividad que los deja a los chicos más confundidos xq estoy pensando solamente en cerrar la clase.

Episodios para ver lo matemático

La primera alumna, hace una deducción intuitiva, la cual no justifica, por lo que asume que si del paso cero al paso uno aumento una unidad, del paso uno al paso dos, también lo hará. El punto es, como profe, qué hacemos con esto?

La segunda alumna propone una resolución algebraica utilizando el Teorema de Pitágoras. Llegando a la solución del problema.

En principio esperamos que los alumnos hayan podido reconocer que hubo distintas resoluciones.

En un ejemplo particular, un alumno propone, después de la alumna que realizó la actividad utilizando el Teorema de Pitágoras, una resolución utilizando nociones geométricas. A partir de esto, esta misma alumna exclama: Ahh mas fácil!

Así de esta forma podemos notar que los alumnos si registraron otras resoluciones.

2.2. Un ejemplo de lo que interesó para la reflexión

Como se puede ver a continuación, la primera respuesta fue imprecisa. No estuvo logrado que los residentes seleccionaran algún asunto sobre el que quisieran evaluar su práctica.

Luego de la intervención y conversación, surgió la siguiente respuesta que ya permite ver un tema de interés y la necesidad de prever y anticipar acciones en el aula para, luego, poder argumentar con evidencias. Aunque sea un asunto no académico en el sentido de no disponer de teoría para fortalecer el análisis, nos pareció de todos modos valioso como para que lo desarrollen y compartirlo aquí.

Primeras respuestas

Ante todo, planificar, tener bien en claro el objetivo de la clase, tener bien en claro lo que queremos que el alumno sepa. Tener varias estrategias u opciones para cumplir ese objetivo. Distintos planes, A, B, varias opciones del manejo de la clase.

Estar atenta al tiempo y al comportamiento de los alumnos, leer si se están aburriendo, si están prestando atención, sino, los chicos se distraen. Hacer un cierre de la clase para dejarles un panorama a ellos y a nosotros por si se entendió lo que vieron.

Intervención de la tutora: piensen sobre qué de la clase quisieran ver cómo les está yendo y qué necesitarían para analizar eso que elijan.

Segunda respuesta

Podríamos ver como nos va la organización del tiempo de la clase. Esto nos preocupa.

Podríamos hacer esto, pensando en que la tutora no estaría presente:

- poner alarmas a la primera media hora y a la hora y ver si nos va a entrar lo que tenemos planificado
- planificaríamos opciones: una por si nos sobra tiempo (que seguro no, pero por las dudas) y otras dos más. Una por si nos falta tiempo desde la primera media hora y otra por si hasta ahí vamos bien y nos falta tiempo a la hora.

Tomaríamos nota de por dónde vamos en esos momentos y con eso, al fin de la clase tendríamos evidencias para cotejar con la planificación.

3. Reflexiones finales

Hasta aquí hemos querido poner en el centro de la atención de los formadores la importancia de contemplar, en la formación inicial del profesor de matemática, la tarea reflexiva que este deberá hacer a lo largo de su desempeño. Como hemos mencionado, sería ideal que los profesores en formación reconozcan lo que aprenden, cómo lo aprenden, cómo les funciona una propuesta, etc. Esta comprensión, en términos de González (1996), será una primera instancia. Sin embargo, la gobernación, es decir, el control, la regulación y el monitoreo de su trabajo profesional es el tipo de conocimiento que le permitirá ser reflexivo y mantener una constante actitud de mejora, evitando la repetición acrítica de las clases, como muchas veces vemos que sucede en las aulas.

Al formador le queremos dejar como mensaje que *esto requiere intencionalidad de ser enseñado*. Advirtiendo esto, y asumiendo el desafío, se iniciará el circuito de formación que también incluye las fases preactiva, interactiva y postactiva que concluirán con la reflexión, ahora del formador, sobre cómo resultó su propuesta.

Entre los desafíos que nos tienen pensativos en la formación en el Profesorado de la UNGS, uno que nos gustaría atender es diseñar otras experiencias que persigan la misma finalidad que los futuros docentes puedan vivenciar en asignaturas de matemática o de educación matemática.

4. Referencias bibliográficas

- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Ediciones UNGS.
- Carrillo, J., Contreras, L. C., Climent, N., Escudero-Ávila, D., Flores-Medrano, E., & Montes, M. A. (Eds.). (2014). *Un marco teórico para el conocimiento especializado del profesor de matemáticas*. Universidad de Huelva Publicaciones.
- Fierro, M., & Rodríguez, M. (2015). *Práctica docente en el profesorado de matemática: Un espacio para el aprendizaje. Aportes para el formador y el estudiante* (Colección Desarrollo Profesional Docente). INFED. https://cedoc.infed.edu.ar/wp-content/uploads/2020/01/Ciclo_Matematica_Secundaria_2015.pdf.

- González, F. (1996). Acerca de la metacognición. *Paradigma*, 14–17(1–2), 109–135.
- Jackson, P. W. (1975). *La vida en las aulas*. Morova.
- Llinares, S. (2000). Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas. En J. Ponte & L. Serrazina (Eds.), *Educação matemática em Portugal, Espanha e Itália: Actas da Escola de Verão 1999* (pp. 109–132). Sociedade de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação. https://www.researchgate.net/publication/39435028_Intentando_comprender_la_practica_del_profesor_de_matematicas.
- Schön, D. A. (1991). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Routledge. <https://rauterberg.employee.id.tue.nl/lecturenotes/DDM110%20CAS/Schoen-1983%20Reflective%20Practitioner.pdf>.

Capítulo 8

Diseño de materiales multimediales en la formación inicial del profesor de matemática en entornos virtuales

Marcel David Pochulu¹

Este capítulo aborda el diseño de materiales multimediales como parte sustantiva de la formación del Profesorado de Matemática en contextos virtuales. Se analizan los desafíos específicos que plantea la enseñanza en entornos mediados por tecnologías, así como las decisiones que deben tomar los futuros docentes al momento de producir recursos que articulen contenidos matemáticos, criterios didácticos y modos adecuados de representación. El foco está puesto en cómo estas producciones permiten repensar la enseñanza desde nuevas lógicas pedagógicas, ampliando el repertorio profesional.

A través de ejemplos concretos, se exploran las decisiones implicadas en la elaboración de videos, presentaciones interactivas, animaciones y otros materiales, prestando atención tanto a los aspectos técnicos como a los fundamentos didácticos que los sostienen. El capítulo propone pensar estas producciones no como ejercicios formales, sino como prácticas auténticas que permiten a los estudiantes integrar saberes, anticipar situaciones de clase y asumir un rol activo en la construcción de propuestas de enseñanza ajustadas a los desafíos contemporáneos.

¹ Universidad Nacional de Villa María, Universidad Tecnológica Nacional y Universidad Católica de Salta.

1. Introducción

La formación docente en matemática enfrenta hoy desafíos inéditos, en un contexto educativo atravesado por transformaciones tecnológicas, nuevas formas de interacción y escenarios de enseñanza que trascienden el aula tradicional. A medida que la educación a distancia se consolida como una modalidad legítima y necesaria, resulta imprescindible reconsiderar qué significa formar a un profesor de Matemática en el siglo XXI. ¿Qué saberes, habilidades y criterios son necesarios para enseñar matemática en entornos virtuales? ¿Qué tipo de materiales debe ser capaz de diseñar un futuro docente para promover aprendizajes significativos cuando la mediación no es presencial, sino digital?

Durante mucho tiempo, la práctica profesionalizante se ha restringido casi exclusivamente a formatos presenciales, reproduciendo un modelo de intervención que no contempla las demandas reales del sistema educativo contemporáneo. Sin embargo, las universidades, institutos y centros de formación docente están cada vez más interpelados por la necesidad de preparar a los docentes en formación para actuar en entornos virtuales, donde la relación pedagógica, los modos de interacción y la naturaleza de los materiales se reconfiguran profundamente. En este contexto, el diseño de materiales multimediales no debe entenderse como un complemento, sino como una dimensión estructural de la tarea docente.

Este capítulo se propone abordar esa problemática desde una perspectiva didáctica rigurosa y situada. En primer lugar, se analizan los desafíos que presenta la enseñanza de la matemática en entornos virtuales, distinguiendo entre lo que puede mantenerse de la presencialidad y lo que exige ser transformado. Luego, se proponen tres ejes fundamentales para la formación docente en este campo: el desarrollo de habilidades digitales, el diseño de materiales multimediales y la gestión de interacciones en entornos virtuales. Finalmente, se comparten experiencias concretas de formación docente que permiten visualizar cómo estos principios se traducen en prácticas profesionales innovadoras y críticas, sin renunciar al rigor propio de la enseñanza matemática.

2. Desafíos de la formación del Profesorado en Matemática en entornos virtuales

Tradicionalmente, la práctica profesionalizante de quienes se están formando como docentes de matemática se ha concebido como una experiencia que debe

realizarse de manera presencial, generalmente en aulas de escuelas secundarias o nivel superior. Este enfoque ha sido considerado como el camino natural para que los estudiantes del profesorado adquieran y refuerzen las habilidades necesarias para enfrentarse a su futura realidad laboral. Un aspecto crucial que a menudo se pasa por alto es que los profesores de matemática no solo ejercerán de manera presencial en el nivel secundario o escuela media, sino también en la educación superior. En este nivel, las dinámicas son distintas y, con frecuencia, los cursos se imparten en modalidades que van más allá de la presencialidad. Cada vez más carreras universitarias y cursos de actualización profesional optan por la educación a distancia o incluso por modalidades bimodales. A pesar de ello, los programas de formación docente en matemática rara vez preparan adecuadamente a quienes se están formando como docentes para afrontar los desafíos que plantea la enseñanza en entornos digitales. En un mundo donde un número creciente de carreras profesionales se desarrolla de forma semipresencial o completamente a distancia, ¿es adecuado limitar la práctica profesionalizante de los profesores de matemática al ámbito presencial? Ciertamente no y el desafío no es trivial, pues enseñar matemática a distancia implica un conjunto de habilidades y conocimientos que son diferentes a los requeridos para un aula con presencialidad física. La interacción con los estudiantes cambia, los recursos y herramientas didácticas se transforman, y la capacidad de construir conceptos abstractos de manera clara e idónea a través de una pantalla se convierte en una habilidad esencial.

Las investigaciones realizadas sobre las prácticas de los profesores de matemática en entornos virtuales marcan una tendencia a mantener enfoques tradicionales en la enseñanza de esta ciencia, incluso con la introducción de tecnologías digitales. Näslund-Hadley et al. (2014) encontraron que, en muchas aulas de matemática en América Latina, la memorización y la repetición siguen predominando, lo que indica una persistencia de métodos tradicionales. De manera similar, Larkin y Jamieson-Proctor (2015) encontraron que, en la formación de profesores de primaria, el curso que analizaron mantuvo un enfoque tradicional con conferencias y clases interactivas, sin explotar completamente el potencial del aprendizaje autónomo y el diálogo en línea. Stephan (2020) también discute que, a pesar de las oportunidades que brinda la educación digital, muchas prácticas en línea continúan siendo centradas en el docente, replicando el modelo tradicional de exposición y limitando la interacción activa de los estudiantes. Esta problemática también se refleja en el estudio de Sgreccia et al. (2021), quienes analizan la reconfiguración de la práctica profesionali-

zante en la formación de profesores de matemática en la Argentina durante la pandemia de covid-19. A pesar de la rápida adaptación a entornos virtuales, los resultados muestran que la virtualidad, aunque en algunos casos facilitó la interacción entre estudiantes mediante nuevas tecnologías, también podría estar promoviendo la réplica de métodos tradicionales en lugar de aprovechar plenamente las oportunidades pedagógicas del entorno digital.

En conjunto, estos estudios sugieren que, a pesar de la disponibilidad de herramientas digitales, tanto en contextos previos a la pandemia como durante ella, las prácticas de enseñanza en matemática en entornos digitales tienden a mantener modelos tradicionales, lo que limita la innovación pedagógica. Por todo ello, la práctica profesionalizante de los estudiantes del Profesorado en Matemática debe expandirse para incluir experiencias enriquecedoras de formación para la enseñanza de matemática en entornos de educación a distancia. Esta ampliación no solo les permitirá desarrollar las competencias necesarias para enseñar en estos contextos, sino que también los preparará mejor para enfrentar la diversidad de escenarios educativos a lo largo de su carrera. En este sentido, la formación docente debería ser integral y ajustada a las realidades del siglo XXI, lo que implica reconocer que la enseñanza va más allá de las cuatro paredes de un aula tradicional. Por ello, es crucial comprender que la enseñanza presencial y la enseñanza a distancia no son equivalentes si se busca estar a la altura de las tendencias actuales en la educación matemática. Incorporar la enseñanza a distancia como parte de la práctica profesionalizante no es solo una adaptación necesaria, sino una evolución lógica. Solo así favoreceremos la formación de los estudiantes del Profesorado en Matemática para responder a las exigencias de la educación moderna, capacitados no solo para enseñar en aulas presenciales, sino también para guiar a sus estudiantes a través de las complejidades del aprendizaje a distancia.

En este escenario, se hace imprescindible identificar cuáles son los saberes, las habilidades y estrategias específicas que los profesores de matemática deben desarrollar para enseñar eficazmente en entornos virtuales. A continuación, se presentan tres ejes clave para organizar esta formación.

3. Requisitos para la formación de profesores de Matemática en entornos virtuales

Los estudios realizados sobre las prácticas profesionalizantes en los entornos presenciales y virtuales en los profesorados de matemática muestran tanto diferencias como similitudes significativas. Sin embargo, llama la atención que existan testimonios que destacan que la virtualidad no necesariamente implica un obstáculo en la implementación de la metodología de trabajo; en algunos casos, incluso ha favorecido la interacción entre estudiantes, gracias al uso de tecnologías que no se suelen emplear en entornos presenciales. En cuanto a los métodos de enseñanza, surge la pregunta de si aquellos que consideran las prácticas en la virtualidad como equivalentes a las presenciales no estarán cayendo en la trampa de emplear metodologías tradicionales, centradas en clases expositivas donde el docente es el que habla y los estudiantes escuchan. En estos casos, la virtualidad simplemente reproduce las dinámicas de una presencialidad que se intenta evitar desde posicionamientos actuales de educación matemática, sin aprovechar las nuevas posibilidades pedagógicas que los entornos virtuales pueden ofrecer, como relatamos en la sección anterior. Aunque existen similitudes en ciertos aspectos de la práctica profesionalizante entre los entornos presenciales y virtuales, las diferencias son lo suficientemente significativas como para requerir un enfoque adaptativo y reflexivo por parte de los docentes. La virtualidad no es simplemente una réplica de la presencialidad, sino que demanda nuevas estrategias pedagógicas que deben ser exploradas y desarrolladas dentro de la formación docente.

Para ofrecer una visión clara sobre las prácticas profesionalizantes de los profesores de matemática en entornos virtuales, es crucial basarse en investigaciones actualizadas que aborden las complejidades y los desafíos únicos que este contexto presenta. En este sentido, consideramos esencial hacerlo en torno a tres ejes fundamentales. Primero, se deben examinar en profundidad las *habilidades digitales* que los docentes de matemática necesitan desarrollar para manejar eficazmente las plataformas y herramientas tecnológicas que facilitan la enseñanza a distancia. Estas competencias constituyen el pilar que permite a los docentes no solo utilizar herramientas tecnológicas, sino también integrarlas con sentido pedagógico, fortaleciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje en entornos digitales.

El segundo eje central es el *diseño de materiales multimediales*. En un entorno donde la interacción cara a cara es limitada o inexistente, la calidad y

pertinencia de los materiales educativos adquieren una importancia aún mayor. Los profesores deben estar capacitados para crear y seleccionar contenidos multimedia que no solo presenten información, sino que también involucren activamente a los estudiantes, ayudándolos a comprender conceptos complejos de manera visual e interactiva.

Por último, exponemos condiciones para la *gestión de las interacciones* en la enseñanza a distancia, un aspecto crucial en la educación virtual. A diferencia de la enseñanza presencial, donde la comunicación y la retroalimentación pueden ocurrir de manera espontánea y directa, en los entornos virtuales es necesario implementar estrategias deliberadas para mantener una interacción efectiva entre profesores y estudiantes, así como entre los mismos estudiantes. Este eje no solo aborda la importancia de la interacción, sino también las habilidades que los aspirantes a la docencia deben desarrollar para gestionar un entorno virtual de manera que promueva un aprendizaje colaborativo y constructivo, incluso en la ausencia de presencialidad física.

Veamos un detalle de cuestiones centrales a tener en cuenta sobre estos tres ejes.



Habilidades digitales: la formación de los profesores en entornos virtuales debe centrarse en el desarrollo de competencias avanzadas en el uso de plataformas y herramientas digitales, esenciales para la enseñanza en línea. Harris y Hofer (2014) destacan la importancia de que los docentes dominen tanto el software educativo como las plataformas de gestión del aprendizaje (LMS, por *Learning Management System*) y las herramientas de colaboración en línea, ya que estos recursos son fundamentales para crear experiencias de aprendizaje efectivas y significativas. Además, Palloff y Pratt (2013) subrayan la necesidad de una formación continua en pedagogía digital, lo que implica no solo aprender a utilizar nuevas tecnologías, sino también a integrar estas herramientas de manera efectiva en la enseñanza para mejorar la interacción y el aprendizaje de los estudiantes en entornos virtuales.



Diseño de materiales instruccionales: la formación de profesores para su desempeño en entornos virtuales debe incluir competencias avanzadas en diseño instruccional, con un enfoque particular en la creación de contenido multimedia y el diseño de actividades interactivas que se adapten al contex-

to digital. Bates y Poole (2003) destacan la importancia de utilizar recursos multimedia, como videos, gráficos y simulaciones, para enriquecer la experiencia de aprendizaje. Estos recursos no solo deben complementar el contenido académico, sino también facilitar la comprensión de conceptos complejos, proporcionando un apoyo visual y práctico que refuerce la enseñanza. Moore y Anderson (2003) recalcan que los materiales educativos deben ser diseñados específicamente para el formato digital, lo que implica aprovechar al máximo las potencialidades del entorno digital, integrando actividades que promuevan el pensamiento matemático, la participación activa y el desarrollo progresivo de autonomía en los estudiantes. Adaptar los materiales a estos formatos es esencial para mejorar la eficacia y la accesibilidad de la educación en línea.



Gestión de la interacción: la gestión de la interacción en cursos virtuales es un aspecto crucial que debe abordarse cuidadosamente en la formación de quienes se están formando como docentes de matemática. Garrison y Vaughan (2008) señalan que la interacción efectiva, tanto entre estudiantes como entre estudiantes y profesores, es vital para

crear un entorno de aprendizaje activo y participativo. Esto se logra mediante la implementación de foros de discusión, grupos de trabajo en equipo y sesiones en vivo, que no solo facilitan la comunicación, sino que también fomentan un aprendizaje más profundo y cooperativo. Estos elementos son esenciales para que los estudiantes no solo adquieran conocimientos matemáticos, sino que también aprendan a aplicarlos en un contexto de colaboración, donde la retroalimentación y el intercambio de ideas desempeñan un papel fundamental.

A su vez, Bonk y Zhang (2006) argumentan que las estrategias de enseñanza en línea deben ser activas y participativas, alineándose con los principios del aprendizaje interactivo. Esto implica que quienes se están formando como profesores de matemática deben estar preparados para utilizar métodos de enseñanza que desafíen a los estudiantes a participar en actividades que estimulen el pensamiento crítico y la resolución de genuinos problemas. Además, la retroalimentación juega un papel fundamental en este proceso. Hattie y Timperley (2007) destacan la importancia de proporcionar retroalimentación oportuna y constructiva, la cual es esencial para que los estudiantes puedan ajustar su enfoque y mejorar su comprensión. En un entorno virtual, la capacidad de ofrecer este tipo de retroalimentación se convierte en una habilidad

indispensable para los nuevos docentes de Matemática, quienes deben estar capacitados para utilizar herramientas digitales que permitan un seguimiento constante y un apoyo efectivo a sus estudiantes. Por lo tanto, la gestión de la interacción no solo mejora la experiencia de aprendizaje en el aula virtual, sino que también prepara a los futuros profesores para enfrentar los desafíos únicos que presenta la enseñanza en entornos digitales.

4. Experiencias en el diseño de materiales multimediales

Relatamos de manera sucinta la experiencia que venimos desarrollando desde hace años en la Facultad de Economía y Administración de la Universidad Católica de Salta, en la cual los futuros docentes de matemática realizan parte de la práctica profesionalizante en la modalidad a distancia. Esta experiencia se basa en los principios expuestos en la sección anterior sobre los requisitos clave para la formación en entornos virtuales. En este ambiente de aprendizaje, se asume que los futuros docentes poseen un sólido conocimiento en educación matemática, incluyendo enfoques teóricos, criterios para la formulación de consignas, la incorporación de TIC, la gestión de clases, valoración de la pertinencia y el potencial matemático de cada tarea, siguiendo lo expresado por Barreiro et al. (2022).

4.1. Criterios didácticos para el diseño multimedial

Para crear un material multimedial de matemática que evite errores comunes documentados en la bibliografía especializada, es importante considerar ciertos criterios de calidad vinculados a la coherencia del enunciado, su adecuación al contexto disciplinar y su alineación con los objetivos de aprendizaje. Como han demostrado investigaciones recientes sobre diseño de consignas con apoyo de inteligencia artificial (Pochulu y Font Moll, 2025), estos aspectos resultan fundamentales para garantizar la idoneidad didáctica del material elaborado.



Contextualización de contenidos: es necesario evitar el aislamiento de la matemática de su aplicación práctica. Por consiguiente, los materiales deben conectar los conceptos matemáticos con problemas reales y relevantes para la carrera específica de los estudiantes (ciencias económicas en nuestro caso). Esto no solo permite a los alumnos com-

prender la utilidad de lo que están aprendiendo, sino que también les facilita la aplicación práctica de los conceptos. Sin embargo, este enfoque representa un desafío significativo para los futuros profesores de matemática, puesto que demanda que adquieran conocimientos inter y transdisciplinares.



Evitar la sobrevaloración de la técnica: muchos enfoques tradicionales de enseñanza de la matemática se enfocan excesivamente en la técnica y en la resolución de ejercicios de manera mecánica, como relatamos en la primera sección de este capítulo, lo que deja a los alumnos con una comprensión superficial de los métodos matemáticos. Es fundamental que el material educativo promueva una comprensión conceptual profunda, que vaya más allá de la mera aplicación de fórmulas y procedimientos, asegurando que los estudiantes comprendan *el porqué* detrás de cada método usado.



Fomento de la investigación y el pensamiento crítico: en lugar de ofrecer ejercicios que solo requieren respuestas directas, el material debe incentivar a la investigación y la exploración. Esto se puede lograr mediante la inclusión de problemas abiertos, donde los estudiantes deban plantear hipótesis, investigar y justificar sus respuestas.



Integración multidisciplinaria: la enseñanza de la matemática a nivel superior no debe aislarse de otras disciplinas, como lo destacan investigaciones que promueven un enfoque interdisciplinario en la formación docente, tanto en contextos latinoamericanos (Barrios Suárez et al., 2022) como europeos (Borromeo Ferri, 2019). Esta perspectiva refuerza la necesidad de que los materiales didácticos muestren cómo los conceptos matemáticos se integran y cobran sentido en la resolución de problemas propios de otras áreas del conocimiento. Por lo tanto, el material didáctico debe demostrar cómo los conceptos matemáticos son fundamentales para resolver problemas específicos en áreas particulares y dependiendo de la carrera. En nuestro caso, consideremos su aplicación en las ciencias económicas.



Interactividad que promueva la exploración: la interactividad debe ir más allá de ejercicios básicos, planteando desafíos que promuevan el pensamiento crítico. Es crucial incluir simulaciones donde los estudiantes puedan manipular variables y observar los resultados, lo que facilita una comprensión más profunda de las decisiones

con sustento matemático. En lugar de preguntas que se limiten a respuestas correctas o incorrectas, el material debe proponer interrogantes que fomenten la reflexión y el análisis, lo que permite a los estudiantes explicar su razonamiento y aprender constructivamente de sus errores.



Énfasis en la resolución de problemas complejos: los materiales deben promover la resolución de problemas en contextos complejos y específicos de la carrera, integrando no solo conocimientos matemáticos, sino también habilidades clave como la toma de decisiones, la colaboración, la argumentación y la comunicación. En esta línea, resulta esencial seguir los criterios para enunciar consignas propuestas por Barreiro et al. (2022).



Diversidad de estrategias didácticas: en lugar de centrarse solo en la exposición de contenidos, el material debe incluir diferentes enfoques didácticos, como el aprendizaje basado en proyectos, el estudio de casos, la discusión en foros y la resolución colaborativa de problemas, para cubrir las diversas formas en que los estudiantes aprenden.

Al tomar en cuenta estos elementos, el **material multimedial** no solo evita los errores comunes en la enseñanza de la matemática, sino que también promueve un aprendizaje más profundo, relevante y conectado con las realidades profesionales de los estudiantes.

4.2. Elementos visuales y narrativos

Para que un material multimedial sea efectivo y atractivo para los estudiantes, es fundamental cuidar tanto la edición del contenido como la integración de recursos multimedia. En particular, la elección de la **tipografía y el formato** en materiales educativos no es un aspecto meramente estético, sino que desempeña un papel crucial en la efectividad del aprendizaje. Diversos estudios en el campo de la didáctica y la psicología del aprendizaje, entre ellos el de Diemand-Yauman et al. (2011), han demostrado que el uso estratégico de diferentes tamaños de letras, colores y estilos como negrita, cursiva o subrayado puede mejorar significativamente la comprensión y retención de la información. Estos elementos visuales actúan como señales que guían la atención del lector, ayudando a destacar los conceptos clave y a organizar la información de manera

jerárquica. Por ejemplo, al utilizar la negrita para resaltar términos importantes, se facilita la identificación rápida de ideas centrales, lo cual es particularmente útil en materiales complejos o densos. La *cursiva*, por otro lado, puede utilizarse para enfatizar palabras o frases que requieren una atención especial, como definiciones o excepciones.

El **uso de diferentes colores** también contribuye a la codificación de la información y permite que los estudiantes asocien fácilmente ciertos temas o categorías con un color específico, lo cual puede ayudar en la memorización y recuperación de la información. Además, la organización visual del material debe minimizar la carga cognitiva innecesaria (Sweller, 1988), lo que permite que los estudiantes dediquen sus recursos mentales a los procesos de comprensión y resolución de problemas, en lugar de decodificar estructuras desorganizadas.

Cuando la información está bien organizada y los puntos clave son claramente destacados, los estudiantes pueden procesar y comprender el material de manera más eficiente. Si bien esto es especialmente importante en contextos de aprendizaje autodirigido, como la educación a distancia, donde los estudiantes deben navegar el contenido de forma autónoma, sus beneficios también se extienden a entornos presenciales.

La creación de materiales multimediales educativos para la enseñanza de matemática requiere una planificación cuidadosa que considere tanto el contenido como la forma en que se presenta. Uno de los aspectos clave para lograr este objetivo es la utilización de una **iconografía coherente** y significativa que guíe a los estudiantes a lo largo del material. La iconografía no solo debe ser visualmente atractiva, sino que cumple una función pedagógica clara: cada ícono está diseñado para representar de manera intuitiva su propósito o contenido asociado, como conceptos importantes, curiosidades, resúmenes, preguntas de reflexión o actividades prácticas. Este enfoque ayuda a los estudiantes a navegar por el material de manera más eficiente, permitiéndoles identificar rápidamente los distintos tipos de recursos disponibles, como videos, libros electrónicos o situaciones problemáticas. La consistencia en el uso de estos íconos contribuye a crear una estructura visual organizada que apoya el aprendizaje autónomo, facilita un acceso más directo a los recursos pertinentes y promueve una experiencia de aprendizaje más fluida.

La **incorporación de imágenes** que complementen y refuercen el contenido matemático es otra estrategia didáctica esencial. Imágenes como diagramas, gráficos y visualizaciones desempeñan un papel crucial en la enseñanza de conceptos abstractos, pues ofrecen representaciones visuales que pueden facilitar

la comprensión. Por ejemplo, un diagrama bien diseñado puede aclarar una relación matemática compleja que podría ser difícil de entender solo a través del texto. Las **infografías**, que resumen y visualizan procesos complejos o relaciones entre conceptos, hacen que la información sea más accesible, y contribuyen a la retención del conocimiento al presentar la información de manera condensada y visualmente atractiva. Este tipo de recursos es especialmente útil en un contexto donde los estudiantes pueden necesitar volver a consultar el material rápidamente para revisar conceptos clave antes de aplicarlos en situaciones prácticas.

4.3. Recursos interactivos, audiovisuales y estrategias narrativas

Además de los aspectos visuales y narrativos, los **recursos audiovisuales e interactivos** juegan un rol fundamental en el diseño de materiales para entornos virtuales. Particularmente ellos son componentes esenciales en el diseño de materiales multimediales para entornos virtuales, puesto que permiten diversificar los modos de representación y fortalecer la comprensión conceptual. En particular, los videos permiten explicar procesos matemáticos paso a paso, modelar situaciones problemáticas relevantes para la carrera o ejemplificar aplicaciones reales en contextos profesionales, integrando la matemática con otras áreas del conocimiento.

Ahora bien, no cualquier video disponible en la red resulta pertinente para ser incorporado en un material didáctico. La inclusión de este tipo de recursos debe estar guiada por criterios didácticos sólidos, que permitan evaluar su coherencia con los objetivos formativos, el tipo de consignas que se espera trabajar y los enfoques actuales de la educación matemática. Incluir un video que simplemente reproduce una explicación tradicional de contenido, sin conexión con los principios de una enseñanza contextualizada, crítica y significativa, puede ir en contra del sentido formativo que se busca promover. Como se ha señalado en trabajos recientes (Pochulu y Font Moll, 2025), el diseño de consignas exige un análisis cuidadoso de su idoneidad didáctica, lo cual también aplica a la selección o elaboración de videos. A su vez, la producción de estos materiales demanda competencias específicas en edición, planificación visual y narración pedagógica, que no siempre son desarrolladas durante la formación inicial docente, y cuya integración se vuelve cada vez más relevante en escenarios educativos mediados por tecnologías.

Para que estos recursos tengan un impacto formativo genuino, deben estar integrados con el contenido textual y responder a los objetivos de aprendizaje propuestos. No basta con insertar videos decorativos o enlaces sin una justificación didáctica clara. El video, al igual que las simulaciones interactivas o los enlaces a recursos externos (como artículos, datasets, plataformas de visualización dinámica o software educativo), debe formar parte de una narrativa pedagógica coherente que oriente al estudiante en su recorrido de aprendizaje.

En ese marco, el **diseño narrativo** del texto también juega un rol clave. El material no debe limitarse a una exposición plana de contenidos, sino que debe involucrar al lector mediante estrategias discursivas activas: preguntas retóricas, desafíos intercalados, problemas abiertos y simulaciones de clases dialogadas o conversaciones ficticias. Estas estrategias simulan la interacción presencial y permiten anticipar errores frecuentes, responder dudas comunes y mantener la atención del estudiante en entornos donde el contacto docente directo no está garantizado.

La combinación de recursos visuales, tecnológicos y narrativos –cuando están alineados con propósitos formativos claros– contribuye a un aprendizaje más profundo, autónomo y reflexivo. El estudiante accede a contenidos y se ve interpelado a interpretarlos, analizarlos y usarlos para resolver problemas significativos.

5. Reflexiones finales

El diseño de materiales multimediales constituye una dimensión esencial, pero no suficiente, para asegurar una enseñanza de la matemática de calidad en entornos virtuales. Las prácticas profesionalizantes de matemática en entornos virtuales de enseñanza representan un desafío significativo que no puede ser abordado mediante la simple replicación de los modelos tradicionales de enseñanza, característicos de los libros de texto clásicos de esta ciencia, donde el profesor explica y el estudiante se limita a ver, escuchar y leer pasivamente. Por el contrario, exige un enfoque más dinámico y flexible, que trascienda los métodos expositivos convencionales y promueva una experiencia de aprendizaje interactiva y constructiva. El formador estará ante la tarea de diseñar consignas para que el futuro profesor ejercite el diseño de este tipo de materiales, en primera instancia, administre aulas virtuales, gestione las clases, intervenga en foros, etc. En esta línea de pensamiento, el diseño de materiales multimediales

idóneos es fundamental y uno de los primeros requerimientos que deberá disponer el profesor en formación, pues permite no solo la construcción de conocimientos, sino también la creación de un entorno de aprendizaje que involucre activamente a los estudiantes. Este material debe estar cuidadosamente elaborado para incluir recursos que fomenten la reflexión, la investigación y la aplicación práctica de los conceptos matemáticos en contextos relevantes para los estudiantes y afines a la carrera que cursan. Además, es necesario integrar prácticas de escritura específica y metodologías pedagógicas que aprovechen al máximo las posibilidades que ofrece la tecnología digital, lo que implica un cambio significativo en la manera en que se conceptualiza y se lleva a cabo la enseñanza de la matemática. El reto radica en desarrollar competencias que permitan a los futuros profesores de matemática gestionar estas nuevas herramientas y enfoques de manera eficaz. Esto incluye la creación de materiales multimediales así como la implementación de prácticas pedagógicas que favorezcan la interacción y el aprendizaje colaborativo, superando las limitaciones impuestas por la distancia física. En última instancia, adaptarse a entornos virtuales no implica simplemente trasladar contenidos de un formato a otro, sino repensar la experiencia educativa en su conjunto, para hacerla más inclusiva, dialógica y coherente con los desafíos pedagógicos del siglo XXI. Consideramos que estas ideas fortalecen la preparación de los futuros profesores para abordar desafíos de la enseñanza en un mundo cada vez más digitalizado.

6. Referencias bibliográficas

- Barreiro, P., Leonian, P., Marino, T., Pochulu, M., & Rodríguez, M. (2022). *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática*. Ediciones UNGS.
- Barrios Suárez, F., Pedroso Camejo, F. L., & Gibert Benítez, E. M. (2022). Enfoque interdisciplinario de la didáctica de la matemática en la formación inicial del profesor de matemática. *VARONA*, 4(Esp.), 1–11.
- Bates, A., & Poole, G. (2003). *Effective teaching with technology in higher education*. Jossey-Bass.
- Bonk, C. J., & Zhang, K. (2006). The R2D2 model of online instruction: A mapping out of the components. En E. Pearson & P. Bohman (Eds.), *Proceedings of ED-MEDIA 2006—World Conference on Educational Multimedia*,

- Hypermedia & Telecommunications* (pp. 2010–2015). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Borromeo Ferri, R. (2019). Educación matemática interdisciplinaria en la escuela: Ejemplos y experiencias. *UCMaule*, 57, 25–37.
- Diemand-Yauman, C., Oppenheimer, D. M., & Vaughan, E. B. (2011). Fortune favors the bold (and the italicized): Effects of disfluency on educational outcomes. *Cognition*, 118(1), 111–115.
- Garrison, D. R., & Vaughan, N. D. (2008). *Blended learning in higher education: Framework, principles, and guidelines*. Jossey-Bass.
- Harris, J. B., & Hofer, M. J. (2014). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in action: A descriptive study of secondary teachers' curriculum-based, technology-related instructional planning. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(3), 211–229.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Larkin, K., & Jamieson-Proctor, R. (2015). Using transactional distance theory to redesign an online mathematics education course for pre-service primary teachers. *Mathematics Teacher Education and Development*, 17(1), 44–61.
- Moore, M. G., & Anderson, W. G. (Eds.). (2003). *Handbook of distance education*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Naslund-Hadley, E., Varela, A., & Hepworth, K. (2014). What goes on in Latin American math and science classrooms: A video study of teaching practices. *Global Education Review*, 1(3), 110–128.
- Palloff, R. M., & Pratt, K. (2013). *Lessons from the virtual classroom: The realities of online teaching*. Jossey-Bass.
- Pochulu, M., & Font Moll, V. (2025). Idoneidad didáctica de tareas de matemáticas reformuladas con inteligencia artificial. *Paradigma*, 45(3), e2025027. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2025.e2025027.id1621>.
- Sgreccia, N., Ciccioli, V., & Mengarelli, M. S. (2021). Devenir del trayecto de la práctica en entornos virtuales de los profesorados universitarios en matemática. *Revista IRICE*, 40, 49–77.

- Stephan, M. (2020). Teacher-centered teaching in mathematics education. En S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 836–840). Springer.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.

A modo de cierre

A lo largo de este libro se han explorado múltiples dimensiones que configuran la formación inicial de profesores de Matemática, desde los marcos teóricos que la sustentan hasta las experiencias situadas que la atraviesan. Se propuso un mapa conceptual que no pretende ser un modelo acabado, sino una herramienta de lectura que permita interpretar y enriquecer las prácticas formativas. Se analizó el papel de la reflexión, de la práctica situada, de las creencias y los criterios didácticos. También se discutieron las formas en que los saberes se construyen en entornos colaborativos y cómo las tecnologías, incluida la inteligencia artificial, plantean nuevas preguntas para quienes enseñan y para quienes forman a quienes enseñan.

Sin embargo, quedan líneas que merecen atención y que invitan a proyectar nuevos desarrollos. Una de ellas es la formación para otros desempeños profesionales más allá de la docencia en la escuela secundaria. La formación inicial suele organizarse en torno a ese escenario privilegiado, pero no es el único en el que interviene un profesor de Matemática. La participación en proyectos de alfabetización en contextos no formales, el trabajo con personas jóvenes y adultas, la enseñanza en espacios de educación técnica o profesional, o incluso en instituciones de nivel superior no universitario, requieren competencias específicas que no siempre forman parte del recorrido inicial. Esta ampliación

de horizontes no implica diluir la especificidad escolar, sino reconocer que el campo de intervención del profesor de Matemática es más amplio, más diverso y también más incierto de lo que frecuentemente se asume. Formar para esos contextos implica revisar qué saberes resultan pertinentes, qué herramientas conceptuales se habilitan y qué decisiones se vuelven posibles.

Otra dimensión que no fue abordada con profundidad es la formación para la investigación en educación matemática. Si bien muchos profesorados incluyen espacios vinculados con la producción de conocimientos, estos suelen reducirse a trabajos finales que no necesariamente introducen al futuro docente en la lógica del trabajo investigativo como forma de construcción de saber pedagógico. Investigar no es solamente una competencia reservada a quienes se dedican a la academia. Es también una práctica profesional que permite sistematizar experiencias, analizar intervenciones, producir evidencias y fundamentar decisiones. Formar para investigar exige una revisión de las propuestas de enseñanza, de las formas de evaluar, de los marcos teóricos que se ponen a disposición de los estudiantes, pero sobre todo de las oportunidades para problematizar lo que ocurre en las aulas. Una formación que no habilita la pregunta difícil, la lectura crítica o la producción de conocimiento situado pierde una dimensión central de lo que significa ser docente en escenarios complejos.

Tampoco fue desarrollado en profundidad el vínculo entre formación inicial y políticas educativas. Las decisiones institucionales, los marcos normativos, los diseños curriculares y los dispositivos de evaluación inciden directamente en las formas de formar. No se puede pensar la formación docente al margen de esos condicionantes. Las políticas no son un telón de fondo. Son parte del escenario sobre el que se enseña y se aprende a enseñar. Formar futuros profesores implica también discutir con ellos qué lugar ocupa la matemática en la agenda educativa, qué tensiones atraviesan las reformas, qué márgenes reales de autonomía existen y cómo construir una voz profesional que no se limite a reproducir discursos impuestos.

Por último, aunque este libro ha recuperado experiencias situadas y propuestas concretas, no se ha presentado una única receta ni se ha definido una vía exclusiva para formar a futuros docentes. Lo que se ofrece aquí son pistas, preguntas, recorridos posibles que nacen del hacer y del pensar colectivo. Cada contexto tiene su historia, sus condiciones, sus urgencias y sus potencias. Por eso, las propuestas presentadas no deben leerse como estructuras cerradas, sino como instrumentos que pueden y deben ser transformados en función de las necesidades locales y de los proyectos institucionales. La formación docente

no puede disociarse de las personas que la construyen, de los sentidos que se le atribuyen y de los desafíos que plantea el presente.

El lector encontrará en estas páginas más preguntas que respuestas. Esa fue, en parte, la intención. No se trata de clausurar el debate, sino de abrirlo. No se busca legitimar un único modo de formar, sino visibilizar los dilemas, los conflictos, las decisiones y las tensiones que lo atraviesan. La formación inicial de profesores de Matemática no es un proceso neutro. Es una práctica situada, cargada de sentido, en la que se juegan concepciones sobre la matemática, sobre la enseñanza y sobre los sujetos que aprenden. Este libro ha querido ser una invitación a pensar esas prácticas, a enriquecerlas con nuevas herramientas y a seguir construyendo colectivamente el oficio de formar a quienes enseñan.

