

Mg. Elisa Norma Petrone
Dra. Natalia Sgreccia



Área de Matemática

COLECCIÓN PERSPECTIVAS/PROSPECTIVAS
SERIE "DESAFÍOS CURRICULARES"
NRO. 5 AÑO 2020 - ISSN 2718- 7489



**CENTRO DE ESTUDIOS
INTERDISCIPLINARIOS**

UNR

ÁREA DE MATEMÁTICA

Mg. Elisa Petrone y Dra. Natalia Sgreccia

Serie: "Desafíos Curriculares". Nro. 5. Año 2020

ISSN 2718- 7489

Serie Desafíos Curriculares - ISSN 2718- 7489

Colección Perspectivas/Prospectivas - ISSN 2718- 7306

Editor responsable Prof. Darío Maiorana

Centro de Estudios Interdisciplinarios, UNR

Diseño de tapa: Luciano Duyos.

Ilustración: "Mirada" de María Esther Prádanos, realizada con acrílicos.

Coordinadora gráfica: Adriana Palma.

La serie **Desafíos Curriculares** perteneciente a la Colección *Perspectivas/Prospectivas* es una edición y publicación del Centro de Estudios Interdisciplinarios de la Universidad Nacional de Rosario.



Dirección: Centro de Estudios Interdisciplinarios, UNR, Maipú 1065 3° piso of 309, Rosario, Argentina; Tel: (0341) 4802781; mail: cei@unr.edu.ar

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
HABLEMOS UN POCO DE MATEMÁTICA Y SU ENSEÑANZA.....	5
LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA.....	11
LA MATEMÁTICA EN LOS PLANES DE FORMACIÓN DOCENTE	25
ACTUALIZACIÓN DE DISEÑOS CURRICULARES Y OTRAS ACCIONES ESPERABLES.....	36

INTRODUCCIÓN

En el marco de la Colección *Perspectivas/Prospectivas*, e integrando la Serie denominada *Desafíos Curriculares*, presentamos este Fascículo referido al *Área Matemática* en el que aportamos ideas, datos, reflexiones, propuestas, producto de nuestras experiencias de formación y laborales en relación con esta disciplina, su aprendizaje y su enseñanza.

En el trabajo se abordan aspectos epistemológicos de la Matemática; características de su enseñanza; razones de la vigencia e incremento de la necesidad de alfabetización matemática de la población; descripciones y reflexiones con relación a diferentes componentes del sistema educativo, a la formación docente y a la labor de los profesores, fuera y dentro del aula; análisis de diversas cuestiones que merecen ser mejoradas y propuestas de acciones concretas, esperables y factibles, que apuntan a lograrlo.

En particular, se presentan y analizan características de la Matemática en la Educación Obligatoria (Inicial, Primaria y Secundaria) para posteriormente centrar la mirada en los respectivos sistemas de formación docente, organizados y regulados por el Estado de quien dependen las políticas educativas y su mejoramiento. De allí que a los integrantes de sus diferentes estamentos pueda resultar de particular interés esta publicación.

Pero la educación interesa también a cualquier miembro de la sociedad, por eso, pensando en el público en general, hemos procurado elaborar esta presentación empleando un lenguaje accesible para quienes no necesariamente estén vinculados en forma directa al quehacer educativo.

HABLEMOS UN POCO DE MATEMÁTICA Y SU ENSEÑANZA

Comenzamos citando a un famoso matemático catalán que por cuestiones políticas vino en 1939 a la Argentina, inicialmente a Rosario, luego a Buenos Aires donde falleció en 2001. Nos referimos al Dr. Luis A. Santaló quien, a la par de su carrera como docente universitario e investigador en Matemática, se ocupó de la enseñanza de esta disciplina de diferentes formas, entre ellas apoyando la actividad de profesores.

En 1997 decía el Dr. Santaló¹ en su libro “Enfoques. Hacia una didáctica humanista de la Matemática” (pp.21-22):

Paradójicamente la matemática, que trabaja siempre con definiciones bien precisas y con entes perfectamente delimitados, al tratarse de sí misma, en su totalidad, no parece que admita una definición exacta ni que tenga límites bien determinados.

Tal vez esta imprecisión derive de su dualidad entre ciencia natural, que persigue encontrar y entender las leyes de la naturaleza, y filosofía o arte, en el sentido más puro y platónico de estas disciplinas... El doble aspecto de la matemática, ciencia y arte, herramienta y filosofía, rutina y fantasía tiene, para ella, sus ventajas y sus peligros. La ventaja principal es su permanencia en el tiempo. [...] Los utilitaristas, que ven de las cosas sólo su parte útil para un mejoramiento de la vida material, necesitan la matemática como herramienta, como instrumento indispensable para las transacciones comerciales, para dominar y aprovechar las fuerzas de la naturaleza y para mantener y desarrollar el progreso tecnológico. Los idealistas, cuyo énfasis está en el hombre como espíritu y en la perfección del alma y del conocimiento, también necesitan de la matemática, como el mejor camino para *facilitar al alma los medios de elevarse desde la generación hasta la verdad y la esencia* (Platón, La República, VII, 525). En los dos aspectos la matemática es profunda.

El mencionado doble aspecto de la Matemática la constituye como ciencia a la vez útil y apasionante, ya que el bagaje de temas que involucra surge muchas veces de, y sirve para, la resolución de problemas técnicos de variadas disciplinas y, a su vez, el desarrollo de su cuerpo teórico así como la aplicación efectiva de este requiere y contribuye a fortalecer capacidades inherentes al razonamiento lógico.

Esta cualidad de contribuir a la consolidación de las capacidades de un individuo, tanto para el hacer como para el razonar, determina su presencia en todos los años de escolaridad de todos los sistemas educativos. También esa fuerte presencia en la escuela responde a razones propedéuticas: al ser una ciencia básica que sustenta desarrollos científico-tecnológicos se encuentra presente en un alto porcentaje de carreras terciarias y universitarias, donde se requiere una adecuada formación anterior para abordar conocimientos de mayor complejidad.

¹Santaló, L. (1997). Enfoque II. Aportes para seguir enseñando Matemática. En L. Santaló y Cols. *Enfoques. Hacia una didáctica humanista de la Matemática* (pp.19-32). Buenos Aires, Argentina: Troquel.

Difícilmente a una persona que haya transitado por la escuela, cualquiera sea su profesión, le sea indiferente la Matemática y su experiencia particular con ella. Algunos la odian, otros le temen, otros la aman, pero casi todos reconocen la necesidad de aprenderla aun cuando no hayan tenido la suerte de encontrarse con buenos docentes que les hayan ayudado a advertir que no se trata de aplicar fórmulas, hacer cuentas y pretender resultados exactos sino que alberga una interesante diversidad de temas, de variada naturaleza, y que se logra su dominio “solo” razonando correctamente.

El ciudadano comprueba que el conocimiento matemático lo empodera, dejándolo menos vulnerable a manipulaciones al tomar decisiones en multiplicidad de contextos dado que la información que circula, tanto en los medios masivos de comunicación como en grandes masas de datos, tiene sustento matemático y su correcta interpretación requiere alfabetización matemática y discernimiento basado en el razonamiento crítico.

La formación en la disciplina que deben brindar la Educación Primaria y la Educación Secundaria atiende a la riqueza y diversidad de componentes del vasto cuerpo teórico que constituye hoy la Matemática (Petrone, Sgreccia y Massa, 2004)², el que ha sido desarrollado a lo largo de la historia por diferentes culturas.

El frecuente error de reducir la Matemática a “la ciencia que trata sobre las operaciones entre números” implica desconocer los avances posteriores a los desarrollos, de fuerte base experimental, efectuados hace más de 4000 años por babilonios y egipcios.

La civilización helénica desarrolló, a lo largo de varios siglos antes de Cristo, el estudio de las formas geométricas siendo verdaderamente novedosa la forma de obtención de nuevos resultados. En efecto, lograron superar los métodos empíricos, basados muchas veces en mediciones, al introducir la abstracción que representó organizar un sistema axiomático –es decir, un conjunto de proposiciones aceptadas como válidas (axiomas)– a partir del cual se obtuvieron todas las propiedades geométricas conocidas, mediante demostraciones de base lógica. También produjeron avances en el campo de los números en aspectos cuasi filosóficos, vinculados a su naturaleza y a la noción de infinito. El alto nivel de síntesis intelectual alcanzado por los griegos sentó las bases para el tratamiento formal de ramas de la Matemática que surgieron posteriormente así como de otras ciencias.

El sistema de numeración posicional actualmente empleado fue creado por matemáticos indios y tomado por los árabes quienes lo introdujeron en el Siglo XII en Europa. El mismo facilitó notablemente la realización de los cálculos, lo que produjo el desarrollo de una nueva rama de la Matemática, el Álgebra (nombre

²Petrone, E., Sgreccia, N. y Massa, M. (2004). Acerca de la alfabetización matemática de ingresantes universitarios. En J. Sagula (Comp.). *Memorias del VI Simposio de Educación Matemática* (pp.418-433). Chivilcoy, Argentina: Edumat.

derivado del libro *Al-jabr w'al-muqabala*), dedicada inicialmente a resolver diferentes tipos de ecuaciones (Boyer, 1994)³.

En diferentes países europeos se fueron desarrollando, a partir del Siglo XIII, nuevos y abundantes resultados, algunos de los cuales comienzan a trabajarse en la Educación Secundaria y se profundizan en la Educación Superior de nuestro actual sistema educativo. Algunos de ellos se reseñan a continuación.

En el Siglo XVI se inventaron los números complejos, para dar solución a ecuaciones anteriormente irresolubles.

En el Siglo XVII se crearon los logaritmos, con la intención de facilitar la realización de densos cálculos astronómicos; surgió una nueva forma de trabajar la Geometría, vinculándola con el Álgebra, hoy denominada Geometría Analítica y se sistematizaron los conocimientos teóricos sobre Estadística que hasta entonces era un área práctica, principalmente asociada a la realización de censos. También aparecieron los rudimentos de un nuevo campo, el de la aleatoriedad, que adoptó el estatus de teoría de la Probabilidad recién en el Siglo XIX. Asociado a sus inicios se encuentra el tratamiento moderno de la Combinatoria, área en gran expansión debido a que está en la base del desarrollo de muchos resultados sobre Informática teórica.

También en el siglo XVII se inventó el cálculo infinitesimal, herramienta fundamental para el desarrollo de ciencias naturales como Física y Química, que consiste en el análisis de diferentes aspectos de un nuevo objeto matemático que tomó forma por entonces, la función, núcleo conceptual de la noción de variación.

Por supuesto, todas esas teorías continuaron perfeccionándose en los siglos posteriores y en el Siglo XIX se organizaron el Álgebra Lineal, la teoría de Conjuntos y la Lógica formal, unificando y dando cohesión a aspectos tanto anteriores como nuevos.

Los avances matemáticos del Siglo XX y XXI resultan, en general, muy específicos y elevados, lejanos a la formación básica que debe brindar la escuela obligatoria, la que queda entonces circunscripta a conocimientos tradicionales, desarrollados por los científicos con anterioridad.

Así, sintética y globalmente, la educación obligatoria trata sobre:

- Los diferentes conjuntos numéricos, creciendo desde los naturales hasta los complejos, analizando características que identifican a cada uno así como las relaciones entre ellos e incorporando las diferentes operaciones con sus propiedades.
- Las formas geométricas, lineales, planas y espaciales, sus características y propiedades, aportando una conexión con aspectos de la vida cotidiana a la vez que entrenan en la observación,

³Boyer, C. (1994). *Historia de la matemática* (3ra.Ed.). Madrid, España: Alianza.

visualización, representación, estimación y deducción, entre otras operaciones mentales.

- Las medidas de diferentes magnitudes, con sus sistemas de unidades, conversiones y procedimientos.
- El campo de lo aleatorio y el manejo de información dada por grandes colecciones de datos, ya sea en sus aspectos descriptivos como inferenciales, abordando nuevos modos de tratamiento científico, de manera no determinística ni exacta, imprescindibles en numerosas situaciones de la realidad.
- Diferentes problemas algebraicos tales como resolución de ecuaciones, inecuaciones y sistemas de ecuaciones, de distintos tipos, y búsqueda de raíces de polinomios.
- La mirada funcional, o variacional, que aporta luz en el vínculo entre variaciones de magnitudes relacionadas en algún fenómeno matemático o propio de otras disciplinas, y entrena en el manejo de diferentes registros semióticos: coloquial, simbólico y gráfico.

Si bien los temas mencionados tuvieron su génesis conceptual varios siglos atrás, merece destacarse que los modos en que son tratados en la escuela adoptan formatos modernos, empleando lenguajes y recursos didácticos actuales.

En particular es ineludible tener en cuenta que el desarrollo tecnológico de los últimos 50 años determina que las formas de enseñanza de la Matemática deban ir variando, en algunos temas más que en otros.

En efecto, la tecnología contribuye fuertemente a aligerar la ejecución de procedimientos tales como cálculos numéricos y realización de gráficos de figuras geométricas, de funciones o estadísticos, logrando además un importante nivel de exactitud.

Hoy se consideraría absurdo ocuparse en la escuela del desarrollo de algunos largos procedimientos como el cálculo de la raíz cuadrada de un número, o la estimación del logaritmo de un número por interpolación entre valores de una tabla como la de Houel, técnicas que se llevaban a cabo en las aulas hace unos 50 años, antes de la aparición de las calculadoras, y demandaban un importante tiempo de realización.

Cabe señalar que, sin embargo, la adopción de la calculadora no fue inmediata, generó revuelo en el ambiente docente la discusión de su inserción en las actividades del aula y todavía hoy se analiza, en qué tema, momento y proporción de las actividades conviene su utilización.

Varios de los argumentos esgrimidos entonces se sostienen, casi iguales, hoy con respecto al empleo de computadoras en las clases de Matemática. Ninguna posición extrema resulta razonable, en cada aula y en cada tema deberá analizarse la conveniencia y modos de empleo de la tecnología para motivar, facilitar la comprensión, potenciar la efectividad de procedimientos y/o contribuir a la

visualización, sin descuidar las actividades y etapas de un tratamiento clásico del tema con lápiz y papel. Más adelante nos referiremos a este aspecto.

En todos los casos el rol del docente es fundamental ya que debe definir y regular el interjuego de numerosas variables didácticas procurando que todos los alumnos se motiven, participen, comprendan y aprendan “qué es” y “cómo puede utilizarse” cada conocimiento matemático, explicándolo y vinculándolo con otros anteriores o semejantes, siempre atendiendo a sus características y conjugando la parte informativa con la formativa, es decir, sin descuidar el desarrollo de esquemas de pensamiento lógico y espíritu crítico involucrados.

Además, en todas las actividades del aula, el docente debe regular las interacciones sociales, entre los alumnos y con los demás miembros de la comunidad escolar, y atender a la faz emocional del sujeto que aprende a medida que interviene y desarrolla su trabajo.

También le corresponde realizar diversas actividades que exceden el marco de las acciones propias del aula: relevar conocimientos previos, jerarquizar contenidos, efectivizar coordinaciones verticales y horizontales con colegas de la misma escuela, elegir o confeccionar los materiales en los que basará la enseñanza, organizar un cronograma de actividades, definir los modos de intervención que ejerza en el trabajo con los alumnos y planificar acciones evaluativas acordes a los modos de trabajo desarrollados.

A todo lo anterior puede sumarse la integración de equipos de trabajo extra-áulicos, ya sea para producir materiales didácticos, para investigar aspectos educativos, para aportar elementos útiles a, o participar en, organismos gubernamentales, para crear y/o sostener el funcionamiento de asociaciones profesionales, etc.

Para llevar a cabo esta compleja tarea el profesor pone en juego los elementos adquiridos en su formación docente inicial y en posteriores acciones de capacitación como también su propia experiencia como alumno (biografía escolar) y como docente y la de sus pares, que tanto inciden en las primeras etapas de su trayectoria laboral.

El Estado tiene a su cargo las formaciones inicial y continua de profesores, debiendo garantizar que sean integrales en el sentido de brindar herramientas que le permitan al docente dominar el conocimiento matemático, generar/aplicar recursos didácticos apropiados para su tratamiento y encuadrar las acciones en marcos pedagógicos adecuados al sitio y momento en cuestión, combinando eficazmente todas las variables didácticas en cada tema, y en cada aula de cada escuela.

En particular queremos señalar que “dominar el conocimiento matemático” implica saber mucho más de lo que se está enseñando, conociendo temas anteriores que sirven de anclaje a éste y posteriores en los que será utilizado, así como otros colaterales con los que podría tener vinculaciones, siempre manejando

diferentes lenguajes y representaciones, para saber cuál privilegiar o cómo combinarlos en cada caso.

Solo teniendo una visión panorámica del entramado de conocimientos en el cual se halla inserto un tema puntual en estudio, pueden definirse con soltura el modo en que será tratado así como los alcances y relaciones de ese contenido particular, lo que habilita la posibilidad de otorgar libertad a los estudiantes para pensar de diferentes maneras, resolviendo problemas cada uno con recursos propios, permitiendo el desarrollo de sus capacidades de análisis y reflexión autónomos.

LA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN OBLIGATORIA

En nuestro país la obligatoriedad de la educación abarca a los niños y jóvenes de 4 a 18 años de edad. En nuestra provincia estos 14 años se reparten en 2 años de Educación Inicial, 7 años de Educación Primaria y 5 años de Educación Secundaria, salvo algunas escuelas técnicas que tienen una duración de 6 años. Cabe mencionar que la Educación Inicial también comprende la brindada a niños de entre 45 días y 3 años de edad, etapa en la que no es obligatoria.

El Ministerio de Educación de la Nación está encargado de garantizar una educación integral, permanente y de calidad para todos los habitantes del país, fijando la política educativa y controlando su cumplimiento.

El Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (MESF) de manera concertada y concurrente con el Ministerio de Educación de la Nación, es el responsable de la planificación, organización, supervisión y financiación del sistema educativo, garantizando el acceso a la educación en todos los niveles y modalidades mediante la creación y administración de establecimientos educativos de gestión estatal.

En nuestra Provincia funcionan 643 establecimientos educativos iniciales, 1815 escuelas primarias, 869 secundarias, 139 instituciones de formación superior, 145 establecimientos de educación especial y 790 de formación para adultos (información obtenida del Subportal de Educación del Gobierno de Santa Fe).

En este documento nos estaremos refiriendo principalmente a la Educación Obligatoria, esto es, Inicial, Primaria y Secundaria. También aludiremos a la Educación Superior en lo concerniente a Formación de Profesores para la Educación Inicial y Primaria, y en lo referido a la Educación Secundaria los Profesorados en Matemática tanto terciarios como universitarios.

Para la planificación y organización académica coordinada de las acciones educativas desarrolladas en tal cantidad de establecimientos educativos, desparrramados a lo largo del extenso territorio santafesino, el MESF elabora documentos, habitualmente denominados Diseños Curriculares, en los que fija lineamientos generales para la enseñanza así como especificaciones de temas a desarrollar en cada área junto con sus correspondientes consideraciones didácticas.

Como es dable suponer, las características y conceptos que componen tales documentos suelen variar con cada nueva administración, nacional y/o provincial. En el caso de las especificaciones relativas a la enseñanza de la Matemática en los niveles obligatorios, y teniendo en cuenta los correspondientes a los últimos 25 años aproximadamente, esas variaciones son más del orden de la forma del documento que de su contenido. En líneas generales, los temas de Matemática que corresponde enseñar en la educación obligatoria se mantienen, siendo además altamente coincidentes con los correspondientes a muchos países del mundo.

Es interesante señalar que los temas de Matemática habituales en la escuela carecen de connotaciones políticas y eso los convierte en estables y universales. Lo que puede resultar tendencioso en su enseñanza es el modo en que se trabajan en el aula, favoreciendo o no el desarrollo de las propias potencialidades de razonamiento de cada alumno. Al respecto también se expiden tales documentos procurando siempre que la metodología sirva para el desarrollo de las capacidades cognitivas y metacognitivas del estudiantado.

Haciendo foco en los temas que globalmente corresponde desarrollar en la Educación Primaria y la Educación Secundaria, cabe señalar que suelen organizarse en cuatro ejes, algunos de los cuales podrían perfectamente subdividirse en dos como en los casos de *Geometría y Medidas*, y *Álgebra y Funciones*. Veamos de qué tratan:

- *Números y Operaciones*: está constituido por los sucesivos conjuntos numéricos (naturales, enteros, racionales, irracionales, reales, complejos) que surgen para representar cantidades en situaciones cada vez más sofisticadas. Pero no solo interesan en términos de representación sino también para operar con ellos. De allí las cuatro operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división), cuya base estructural se desarrolla en primaria, y que soportan a su vez otras trabajadas más fuertemente en secundaria, tales como potenciación, radicación y logaritmicación. Tanto en la enseñanza de los conjuntos numéricos como de las operaciones debe hacerse énfasis en diversos aspectos conceptuales: cuándo corresponde emplearlos, cómo se los representa, cuáles son sus propiedades, cuáles son las conexiones y diferencias entre ellos. Por supuesto que también deberán practicarse procedimientos de cálculo, con niveles crecientes de dificultad, en forma escrita y oral y, posteriormente, con calculadoras. De esta forma los alumnos comprenderán la razón de ser del tema en tratamiento a la par que logran dominar los modos en que se ejecutan las operaciones con efectividad. Se trata entonces del desarrollo de procedimientos conceptualizados –se sabe qué hacer y cómo pero sobre todo porqué– que gozan de cierta disponibilidad automática pero no por ello son solo automatismos vacíos.
- *Geometría y Medidas*: la parte de Geometría está conformada por el estudio de las figuras geométricas (conjuntos no vacíos cuyos elementos son puntos) en distintas dimensiones –puntos, rectas, segmentos, curvas, planos, ángulos, polígonos, círculos, poliedros, cuerpos redondos, etc.– además de lugares geométricos, secciones cónicas, vectores, entre otros temas. Comienzan desarrollándose a través del enfoque sintético –geometría de las formas– en la primaria y ciclo básico de la secundaria, donde pueden realizarse algunas demostraciones sencillas, pero muy formativas en el razonamiento, para ir integrándose con el enfoque analítico –geometría de las coordenadas– en el último tramo del secundario. Se efectúan clasificaciones de las figuras geométricas, atendiendo a sus elementos constitutivos, formas y propiedades, y se realizan construcciones geométricas –por ejemplo, dibujos de figuras con regla y compás–, en las que interesa consolidar la importancia de los invariantes geométricos y criterios a

considerar. También se analizan relaciones entre “objetos” geométricos – paralelismo y perpendicularidad de rectas; tangencia entre curvas; adyacencia de ángulos; congruencia y semejanza de figuras, etc.–.

La parte de Medidas podría ser un eje separado ya que tiene identidad propia y relevancia suficiente por su aplicabilidad directa en numerosas situaciones de la vida cotidiana. Se estudian sistemas de medición y se aprende a medir tiempo, ángulos, longitud, área, volumen, capacidad, tanto de manera directa –experimental, empleando alguna unidad de medida para medir objetos– como indirecta –a través de uso de fórmulas y operaciones aritméticas–. Es por lo tanto un espacio interesante de integración de temas, por ejemplo geométricos, con el campo de los números (para calcular el volumen de un cilindro deben identificarse dos elementos geométricos que definen su forma y tamaño –el radio de la base r y la altura h – y usar sus medidas para el cálculo $Vol = \pi r^2 h$). Debe trabajarse en la noción de independencia de las medidas de perímetro, área y volumen, analizando situaciones concretas y sencillas de no linealidad (si el área de una figura es igual al doble del área de otra no tiene por qué replicarse la misma relación entre sus perímetros), para fortalecer el significado de cada uno de esos conceptos. Cabe encuadrar aquí a la Trigonometría, conceptualmente sustentada en la semejanza entre triángulos, tema sumamente útil en la medición de numerosas situaciones prácticas –en agrimensura, astronomía, navegación satelital, puede usarse para calcular distancias inaccesibles a través de las medidas de ángulos y lados medibles de oportunos triángulos–. Además su posterior ampliación al campo de las funciones trigonométricas constituye un área básica para la modelización de fenómenos físicos, en particular eléctricos.

- Estadística y Probabilidad: está integrado por tres áreas –Combinatoria, Probabilidad y Estadística– con énfasis en la conformación de una alfabetización en el campo de la aleatoriedad en niños y jóvenes. La Combinatoria es una rama de la Matemática que, a nivel escolar, aborda el conteo de elementos de conjuntos finitos, en un comienzo sencillos y de manera directa, y avanzando hacia la generación de estrategias –recuento sistemático, diagrama de árbol, etc.– y/o fórmulas que permitan abordar casos más numerosos. Además de su alto potencial cognitivo, ya que contribuye marcadamente en el desarrollo del pensamiento abstracto, se aplica hoy en una gran variedad de situaciones, particularmente en Informática y, en la escuela, en algunos problemas de cálculo de probabilidades.

Probabilidad es un área que procura cuantificar la incertidumbre. Puede comenzarse generando los conceptos de fenómeno aleatorio, suceso imposible, probable o seguro, y espacio muestral, inicialmente con un lenguaje simplificado –casos posibles, casos favorables–. En cuanto al cálculo se avanza en la explicitación de la fórmula de Laplace y sus propiedades, practicando su empleo en diversas situaciones tales como sucesos incompatibles, complementarios, independientes, probabilidades compuestas. Otra forma de comenzar es mediante experiencias con fenómenos aleatorios que permitan inducir los conceptos formales. También la

probabilidad experimental puede plantearse luego del tratamiento formal. En cualquier caso es muy formativo abordar ambas modalidades integrándolas.

En Estadística se trabajan principalmente aspectos descriptivos de las colecciones de datos que permiten “leerlos” globalmente. Se abordan cuestiones referentes a las distintas etapas de recolección, procesamiento e interpretación de datos, involucrando conceptos tales como variables, muestra, frecuencia, parámetros centrales –media, moda, mediana– y practicando la realización de diferentes tipos de tablas o diagramas en casos variados.

- Álgebra y Funciones: con una trascendencia transversal del lenguaje simbólico e integrando a su vez otros registros (coloquial, gráfico, tabular, icónico) abarca expresiones algebraicas, como caso particular polinomios, y funciones. Cuando las expresiones algebraicas se igualan a otras, se entra al dominio de las ecuaciones, pasando las variables a ser incógnitas. Predominan aquí los procedimientos de resolución, obtenidos mediante deducciones sustentadas principalmente por las propiedades de las operaciones entre números. Las primeras ecuaciones que se introducen en la Educación Primaria son lineales de una incógnita (ejemplo: $5x + 9 = 17$); a medida que se va avanzando en la Educación Secundaria se trabaja en la resolución de ecuaciones de segundo grado o de orden superior ($2x^2 + x = 15$; $x^3 - 4x = 0$) y con dos o más incógnitas ($3x - y = 4$; $y = x^2 + 1$). También se aborda la resolución de inecuaciones lineales, incluso con valor absoluto ($6x + 9 < 21$; $|6x + 9| < 21$) así como sistemas de ecuaciones y de inecuaciones lineales con dos incógnitas $\left\{ \begin{array}{l} 2x + 5y = 1 \\ x - 6y = 9 \end{array} \right.$; $\left\{ \begin{array}{l} 2x + 5y \geq 1 \\ x - 6y < 9 \end{array} \right.$.

Un caso particular de relaciones entre variables, las funciones, aparece en la Educación Secundaria. Este nuevo objeto matemático merece un especial tratamiento que permita comprender la naturaleza del concepto con sus diferentes representaciones, elementos y propiedades. La realización y estudio de gráficas de funciones lineales, cuadráticas, polinómicas, homográficas, logarítmicas, exponenciales y trigonométricas, entre otras, requieren el conocimiento de muchos de los elementos algebraicos de este eje trabajados anteriormente y, en cierto modo, constituye una mirada globalizadora sobre estos. Esas gráficas de funciones son analizadas en múltiples sentidos (dominio, imagen, crecimiento, decrecimiento, máximos, mínimos, raíces, etc.), en algunos casos encuadrando en el denominado pre-cálculo, base fuerte para las matemáticas de carreras científicas y técnicas.

Queremos referirnos a un tema de Matemática que ha estado presente en la educación obligatoria alrededor de 40 años atrás, Teoría de Conjuntos, y que ha sido lamentablemente quitado del currículum. La Teoría de Conjuntos fue creada a mediados del siglo XIX, generando una verdadera revolución en el ambiente científico matemático. Por un lado se advertía su gran potencia epistémica, ya que permitía reformular casi toda la Matemática conocida hasta el momento empleando sus conceptos como un lenguaje sintético y preciso, y por el otro se discutían aspectos aparentemente débiles con relación a su coherencia interna. El debate permaneció varios años hasta que, a principios del siglo XX, fueron salvadas

esas iniciales inconsistencias y se consolidó como una teoría unificadora del lenguaje empleado en todas las ramas de la Matemática. Esto determinó que, luego de algunas décadas, se considerara importante iniciar a los alumnos en el estudio y empleo de sus conceptos, ya desde la misma escuela primaria.

Un área en la que no resultó tan beneficioso en la educación obligatoria fue la Geometría donde, por ejemplo, las simetrías, rotaciones y traslaciones adoptaron el formato de “transformaciones rígidas” siendo tratadas formalmente, como funciones entre puntos, y perdiéndose la faz intuitiva, visual y lúdica que el tema involucra, al menos en sus fases iniciales. Esto generó que la Geometría empezara a ser considerada como “difícil”, resistida por los alumnos y, a la larga, relegada por los docentes. Es decir, el empleo un tanto exagerado para el nivel en cuestión de la Teoría de Conjuntos modificó el tratamiento de la Geometría tradicional y esto llevó al abandono de su enseñanza o se relegó su tratamiento. Ese fue un error didáctico lamentable: pretender que un área como Geometría, que tanto se presta para la visualización, manipulación y trabajo con material concreto en la enseñanza, fuera tratada desde el comienzo mediante un abordaje abstracto propio de los estudios superiores. Este error vació de Geometría a la escuela, y habiéndose formado generaciones sucesivas en una enseñanza sin ella, hoy resulta todavía difícil lograr que los docentes la valoren y la enseñen con entusiasmo.

Otra consecuencia lamentable de ese error fue que se eliminaron los rudimentos de la Teoría de Conjuntos de la enseñanza obligatoria. Quiso arreglarse un error y se cometió otro peor, lo opuesto de “mucho” no es “nada”, es “un poco”, esto último debería hacerse.

Nada de Conjuntos, tratado como objeto de estudio, ha llevado a emplearlo en la enseñanza pero de manera informal, intuitiva: se dice en las aulas que “el conjunto de los números naturales es infinito”, que “el conjunto de números enteros está contenido en el de los números racionales”, que “una circunferencia es el conjunto de puntos que equidistan de uno dado llamado centro”, que “la intersección de una recta con otra puede ser el conjunto vacío, tener un punto o infinitos puntos”, se habla del “conjunto solución” de una ecuación, que “ π no pertenece al conjunto de números racionales”, que “el dominio de una función es el conjunto de valores para los que tiene sentido su ley”, que “el espacio muestral de una experiencia aleatoria es el conjunto de casos posibles”, que “la unión del conjunto de números racionales con el conjunto de números irracionales es el conjunto de los números reales”, etc., etc.

Es decir, en temas de los cuatro ejes de la Matemática escolar se dan situaciones en las que se habla de conjuntos y se emplean las nociones de pertenencia, contención, conjunto vacío, así como de unión e intersección entre conjuntos, y muchas veces se usa también la simbología correspondiente ya que facilita y sintetiza notablemente la escritura. Por ejemplo, la última sentencia del párrafo anterior se escribe $Q \cup I = R$, corto y preciso. A veces también se emplean en la escuela representaciones gráficas genéricas de conjuntos, como los diagramas de Venn, dada su sencillez y potencia visual.

Pero ese uso intuitivo de la terminología conjuntista coarta la posibilidad de practicarlo comprendiendo más cabalmente sus alcances. Ejercicios de unión y de intersección de conjuntos simples–con pocos elementos, expresados por extensión– sirven para fortalecer esos conceptos que aparecen luego en numerosas situaciones. Por ejemplo, al resolver inecuaciones del tipo $|x + 5| < 3$ ó $|12x - 7| \geq 4$ se plantean inecuaciones lineales sin valor absoluto y luego se efectúa la intersección o unión de sus conjuntos soluciones, según el caso.

También hay interesantes problemas de conteo cuya resolución se agiliza notablemente acudiendo a la ayuda de Diagramas de Venn en los que se consignan cardinales parciales permitiendo obtener la cantidad solicitada por simple inspección visual. Esos problemas, además, fortalecen la lectura comprensiva ya que al consignar las cantidades en los datos suelen abundar en expresiones del tipo “a lo sumo” y “al menos”, las que requieren una adecuada interpretación para la localización precisa de aquellos en el diagrama.

Otro importante aspecto a tener en cuenta es que la ejercitación con problemas que requieren obtener la unión o intersección de conjuntos dados fortalece el uso de los conectores lógicos *disyunción* y *conjunción*, los ejercicios sobre complementos de conjuntos se vinculan con la *negación* lógica y los de inclusión o contención con la *implicación*, todos ellos de permanente uso en Matemática y también en los razonamientos de la vida cotidiana.

“La teoría de conjuntos se encuentra en los fundamentos de la matemática que, explícita o implícitamente, en todas sus ramas, utiliza conceptos de la citada teoría...” señala Seymour Lipschutz (1970)⁴ en el Prólogo de su libro *Teoría de Conjuntos y Temas Afines*, obra muy didáctica destinada a su enseñanza.

Sería interesante que la Provincia de Santa Fe pudiera superar este déficit y marcara una diferencia pautando un tratamiento sencillo de estos aspectos elementales de la Teoría de Conjuntos, ya que son tan necesarios y básicos para la Matemática como los números o los puntos con los cuales se construyen muchos otros nuevos conocimientos.

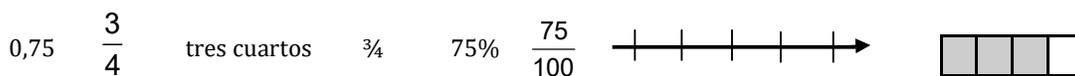
Queremos señalar que, en lo que respecta a los temas de Matemática que se trabajan en las escuelas primaria y secundaria, los hemos consignado de manera sintética y global para dar una visión de conjunto y porque en la mayoría de ellos el tratamiento se reparte entre ambos niveles, profundizando y ampliando de manera gradual lo visto con anterioridad. Este tipo de organización de la enseñanza es metafóricamente designada “helicoidal”, que es la forma de una superficie como la de una escalera de caracol, ya que al subir por ella se vuelve a pasar por encima de un punto ya transitado pero con otra altura, representando la idea de que en el transcurso del tiempo se va elevando el grado de formalización y complejidad con que se trabaja un concepto anteriormente tratado.

⁴Lipschutz, S. (1970). *Teoría de Conjuntos y Temas Afines*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill.

También optamos por la presentación conjunta de ambos niveles porque habiendo tan fuertes hilos conductores entre temas subsiguientes resulta imprescindible que la organización curricular que se establezca para cada nivel garantice la ausencia de brechas conceptuales. Esta coherencia que deben tener los diseños curriculares oficiales requiere también que en las escuelas se desarrollen efectivos procesos de coordinación vertical, intra e interniveles, no solo en relación con las temáticas a abordar sino también en lo referente al lenguaje empleado y a las metodologías de enseñanza.

Sobre estos dos últimos aspectos mencionados en el párrafo anterior también debe haber especificaciones en los documentos elaborados por el MESF, de manera de procurar una homogeneidad que, lejos de coartar iniciativas, garantice una posibilidad de trabajar en forma mancomunada entre los colegas docentes.

En numerosas situaciones de la Matemática una misma idea puede ser representada y/o expresada de diferentes formas. Por ejemplo los siguientes símbolos y gráficos corresponden a un número o la parte de un todo que él representa:



Para coordinar cuántas y cuáles de todas esas formas va a enseñar cada docente, en qué orden se introducirán y en cuáles momentos de cuáles años, y de qué manera se irán integrando las nuevas formas con las anteriormente trabajadas, conviene tener un diseño curricular ministerial suficientemente fundamentado y explícito en cuanto a posibilidades, que permita tomar decisiones sobre bases firmes.

También es importante que dicho diseño consigne criterios en lo referente a las formas que conviene que adopte la enseñanza y evaluación de Matemática, en general y en cada área/tema en particular, ya que en ellas pueden recrearse diferentes estilos de intervención didáctica que reflejan concepciones de ciertos encuadres epistemológicos como son los *platónicos*, los *logicistas* y los *constructivistas*.

Para los *referentes platónicos* los objetos matemáticos tienen una existencia propia, diferente de la realidad física, independiente del espacio, del tiempo y del hombre que los piensa; esto es, existen verdades matemáticas. En este marco, enseñar es dar a conocer la verdad. El conocimiento se expone y se demuestra con la lógica del saber mismo, encadenando proposiciones verdaderas de manera que, cuando el docente culmina el desarrollo, el estudiante no puede más que reconocer al saber como algo evidente que deberá aplicar en situaciones semejantes. En la

producción del alumno se tiene en cuenta el resultado, no el desarrollo, siendo considerados sus errores como un signo de imperfección personal.

Para los *referentes logicistas* la metodología de enseñanza de la Matemática consiste casi exclusivamente en familiarizar a los estudiantes con el método deductivo. El foco está puesto en la lógica y el rigor interno del saber matemático y la única vía para aceptar una propiedad es la deducción, no siempre vinculada con la intuición. La lógica de la enseñanza se asocia a la lógica del saber. Enseñar consiste en segmentar el conocimiento matemático en unidades para lograr destacar la continuidad lógica que lo organiza. El estado en que se encuentran los saberes de un grupo de alumnos para introducirse en el aprendizaje de un nuevo conocimiento debe ser homogéneo.

Para los *referentes constructivistas* el sujeto que aprende va generando el conocimiento a partir de sucesivos intentos de resolver problemas, en lo posible vinculados con sus contextos de origen y de uso. Enseñar Matemática es lograr que el alumno adopte la actitud de un matemático frente a un problema, que no deberá ser muy alejado de sus saberes previos ni un ejercicio estándar, y guiarlo en su proceso de búsqueda de soluciones creativas entendiendo que un error manifiesta una distancia respecto del saber o un saber todavía diferente, pero no carencia del saber. No se trata de caer en un constructivismo *radical*, en el que el docente enuncia un problema y se sienta a esperar resultados, sino que tiene un papel también protagónico activo, antes y durante cada clase, planificando las actividades, guiando el trabajo de los alumnos en el aula y estableciendo el status matemático de esas elaboraciones mediante intervenciones globalizadoras que muestren las relaciones entre lo construido y el saber científico, empleando un lenguaje lo más cercano posible al conocimiento disciplinar, sin descuidar la *vigilancia epistemológica*, en términos de Bachelard (1987)⁵, que vela para evitar deformaciones producidas por la transposición didáctica garantizando la calidad de la enseñanza. Este momento de institucionalización resulta una tarea ineludible del profesor.

En la Matemática escolar se recomienda apelar a la observación, si fuera posible apoyada en materiales concretos, y a la sucesiva y gradual resolución de situaciones problemáticas, para favorecer la intuición de elementos conceptuales y la inducción de propiedades, como una parte ineludible del proceso de razonamiento, pudiendo algunas también ser demostradas lógicamente. En este sentido, concebimos a la modalidad constructiva como la más adecuada para las acciones educativas en la Educación Secundaria (Petroni y Sgreccia, 2018)⁶.

El MESF debe orientar al vasto cuerpo docente de la enseñanza obligatoria, a través de sus documentos curriculares, sobre las metodologías de enseñanza y

⁵Bachelard, G. (1987). *La formación del espíritu científico*. Ciudad de México, México: Siglo XXI.

⁶Petroni, E. y Sgreccia, N. (2018). La Enseñanza de la Matemática en la Escuela Media: fundamentos y desafíos. En L. Sanjurjo, M.F. Foresi, E. Petroni y N. Sgreccia. *La Enseñanza de la Matemática en la Escuela Media: fundamentos y desafíos* (pp.77-238). Rosario, Argentina: Homo Sapiens.

evaluación de Matemática más adecuadas a implementar en las aulas y, también, brindar instancias colaborativas de actualización/coordinación/capacitación en este sentido, en forma permanente.

Más arriba señalamos que, en líneas generales, los temas de Matemática que deben ser enseñados en la escuela son estables, casi no varían en el tiempo. Sin embargo, con cada nueva administración, cambian los documentos que constituyen pautas del MESF para regular la enseñanza. ¿En qué consisten dichos cambios en el área de Matemática? Principalmente en el grado de explicitación y/o prescripción de todos los aspectos que hacen a la organización de la enseñanza y la evaluación: encuadre pedagógico-didáctico, temas a tratar ya sea a nivel de detalle de los conceptos, procedimientos asociados y actitudes de trabajo convenientes para cada uno como de secuenciación a través de los años y nivel de profundización esperada. Concretamente señalamos que ese grado de explicitación ha ido disminuyendo paulatinamente, en los últimos 20 años, llegando a niveles de síntesis desafortunados por la falta de claridad que conllevan.

En otro sentido, y acorde al contexto global, han ido creciendo las alusiones a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), de modo transversal al currículum, así como a la interdisciplinariedad. Sobre esto último, en particular en Santa Fe desde mediados de 2017, para la Educación Primaria y Secundaria se cuenta con propuestas para abordar la enseñanza a través de Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos (NIC) en términos de la puesta en diálogo de las disciplinas escolares para fomentar la apropiación de saberes socialmente significativos por parte de los estudiantes. Los NIC sugieren tomar problemáticas sociales, entendidas como acontecimientos, como punto de partida.

En las problemáticas propuestas en los NIC (tales como “consumo problemático de sustancias”, “la alimentación”, “la energía”, “los desafíos de la democracia”, “dengue”, “las culturas”, “cambio climático”, “el universo”, “la tecnología en la era digital”) predominan aspectos sociales en los que el aporte de Matemática a un tratamiento interdisciplinario queda generalmente circunscripto al relevamiento de datos, la disposición de los mismos en tablas y gráficos, algunos parámetros estadísticos, proporcionalidad y porcentaje.

Si bien las posibilidades de despliegue y profundización de los temas de Matemática terminan dependiendo de cada docente en consideración con el nivel micro del currículum (el aula), donde habitan sus estudiantes, podríamos afirmar que a priori amerita descompactarlos para que no queden demasiado implícitos (que solo los ve el docente pero no se tornan evidentes para los estudiantes) o en un plano superficial de tratamiento (sin profundización en propiedades y aplicaciones de los conocimientos).

El aprendizaje cabal de un tema de Matemática requiere un tratamiento abarcativo de los diferentes aspectos que lo componen: los conceptos que nuclea, sus diferentes representaciones, sus propiedades, los procedimientos que se ejecutan con ellos, las conexiones epistémicas con temas ya conocidos (identificando similitudes y diferencias), las posibles aplicaciones en algún otro

campo, muchos de ellos de la misma disciplina, siempre procurando destacar el lugar preponderante del razonamiento involucrado. Esto requiere tiempo, mucho tiempo, destinado a la comprensión y a la consolidación de hábitos de trabajo correctos. No puede circunscribirse a una participación en un proyecto interdisciplinario particular, desde el punto de vista del aprendizaje de esta disciplina ya que muchas veces las etapas se simplifican, por carecer de tiempo o por considerar que la actividad ya fue resuelta, sin que el estudiante haya logrado advertir o interiorizarse de las contribuciones específicas de la Matemática y, menos aún, habiendo abarcado todos los aspectos propios del tema.

Pero, además, y mucho más importante aún, es el hecho de que porciones importantes del currículum de Matemática no encuentran lugar en ese tipo de trabajo: ¿cómo integrar la clasificación de cuadriláteros, las propiedades de sus diagonales y ángulos interiores, sus construcciones, cálculo de perímetros y áreas de cada uno, con alguna de las problemáticas sociales aludidas? Lo propio podríamos preguntarnos con relación a cada uno de los otros temas de Geometría, o a las propiedades (conmutativa, asociativa, etc.) de las operaciones entre números, o entre polinomios, por ejemplo.

Al aludir a problemáticas sociales de actualidad nos surge mencionar una que se entrelaza con la formación matemática que brinda la escuela: la escasez de trabajo que, a veces, afecta de manera importante a los jóvenes. Algunos artículos en los medios de comunicación hacen referencia a la necesidad que tiene el mundo, nuestra provincia también, de contar con jóvenes capacitados para trabajar en el terreno de la producción, ya sea con una buena formación en alguna rama de la técnica o en Computación o en alguna ciencia básica como Física, Matemática, Biología o Química. Muchos estudiantes de carreras universitarias que se preparan en esas áreas son captados por el mundo del trabajo antes de finalizar sus estudios, dada la necesidad que el sistema productivo tiene. Las vocaciones hacia el estudio en esas áreas se despiertan en la educación obligatoria, mediante un tratamiento adecuado de esas ciencias básicas entre las cuales está Matemática, con sus motivaciones, tiempos y lógicas internas, y probablemente también abordando en las aulas el aspecto de las oportunidades laborales. Esta problemática es social y también económica, suficientes motivos para atenderla.

Asimismo en la actualidad, si bien no se desconocen los esfuerzos por materializar las innovaciones, la enseñanza de la Matemática nos está llamando a una profunda revisión.

En primer lugar, sería deseable la constitución de un equipo permanente de coordinación, seguimiento, revisión y desarrollo curricular que abarque cada disciplina, y pueda sesionar interdisciplinariamente, en los distintos niveles educativos, que perviva más allá de las coyunturas y cambios políticos. Es de esperar, también, que estos equipos estén en permanente interacción con las instituciones de Educación Superior encargadas de formar a los docentes, tanto terciarias como universitarias.

En el caso particular del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional de Rosario se registra una única vez, en el año 2012, en la que fue consultado desde el MESF respecto de un proyecto de Diseño Curricular de Matemática, sin evidencias de que el documento elaborado por una importante cantidad de docentes de esa carrera, que minuciosamente analizaron la propuesta y formularon sugerencias, haya sido tenido en cuenta en algún sentido. En esta universidad, así como en la Universidad Nacional del Litoral, hay un importante número de especialistas en Didáctica de la Matemática, con una sólida formación en esa disciplina y en Matemática, muchos de los cuales se desempeñan además en la Educación Secundaria y/o en Institutos de Formación Docente, que también dirigen/intervienen en proyectos de investigación del área así como en proyectos de extensión a través de los cuales se vinculan con el trabajo con alumnos de aulas en escuelas. En particular los docentes de los Profesorados en Matemática interactúan con profesores de la Educación Secundaria en las asignaturas del tramo de la Práctica Profesional Docente. Sería saludable integrar, de alguna manera, a este importante colectivo en instancias de trabajo como las mencionadas en el párrafo anterior.

Al respecto proponemos comenzar recuperando qué se materializa en las prácticas de aula, de qué modo se plasman las concepciones docentes sobre la Matemática y su enseñanza en puestas en acción, para desde allí contemplar propuestas superadoras e integradas a través del currículum.

En las aulas de la *escolaridad primaria*, por ejemplo, suele priorizarse el trabajo en el eje *Números y Operaciones* y desde un plano procedimental. Esto desbalancea a su vez a los otros ejes, Geometría y Medidas, Estadística y Probabilidad, que se abordan a veces muy superficialmente, dejando sin tratamiento muchos conceptos y/o propiedades relevantes.

Nos preguntamos, entonces, si hace falta ya entrando a la tercera década del siglo XXI destinar tanto tiempo a la realización de cuentas por las cuentas mismas. Semanas dedicadas a resta con dificultad, división con coma... ¿Quién efectúa hoy estas operaciones sin usar una calculadora? Seguramente conviene trabajar en ese tipo de cuentas, para dar la oportunidad de aprender a realizarlas si fuera necesario, pero no parece adecuado insistir reiterando excesivamente solo procedimientos mecánicos. Sí es deseable un nivel de discernimiento y estimación de las relaciones entre números, basado en un dominio de los conceptos, el conocimiento de las tablas de multiplicación y una práctica oral sobre operaciones, exactas y aproximadas, que sean de utilidad en el desempeño de la vida diaria. Por ejemplo, no dudar de cuánto es el 10% de una cantidad, saber que las tres cuartas partes de 500 está entre 300 y 400, reconocer que 5 de cada 10 representa lo mismo que 20 de cada 40, etc.

A veces el docente siente que no puede “pasar” a otro tema porque este, las operaciones entre números, no está todavía bien aprendido por todos los alumnos. Debería relajarse: muy probablemente ese tema puede ser utilizado en algún otro de la materia, de hecho pueden generarse actividades que concreten esa integración, en donde se continuarán practicando y consolidando las cuentas. Por

ejemplo, podría reducirse el tiempo destinado solo a efectuar cuentas y enseñar a calcular volumen mediante el uso de fórmulas, tema muy útil en el que aparece la necesidad de hacer varias operaciones numéricas.

Por otro lado, no olvidemos el uso criterioso de la calculadora (en diversos dispositivos) como herramienta a favor de los aprendizajes en la escuela y de la vida cotidiana de los ciudadanos. Es de esperar que no se emplee para calcular $50+20$, o el 20% de 100, pero sí para resolver situaciones donde la operación no sea el centro de la actividad o incluso que su uso devenga de adentrarse en algún desafío, como por ejemplo: *En el pueblo estaba programada una carrera de automóviles que iba a comenzar el sábado a las 17 h. Debido a una lluvia torrencial, que causó fuertes anegamientos en la zona, tuvo que suspenderse la largada. El presidente de la Asociación de Automovilismo, cansado de que los periodistas le preguntaran para cuándo se posponía la carrera, les contestó "Para dentro de 1000 horas". ¿A qué hora y en qué día de la semana comenzaría en ese caso la carrera?*

En el caso de *Geometría* entendemos que, tal como señalamos anteriormente, muchos temas y aspectos no se enseñan porque se desconocen, debido a la propia biografía escolar del maestro que no le ha permitido apropiarse de la trascendencia formativa de esta rama de la Matemática. Contrariamente, por lo general la ven con temor y desconfianza. En cuanto a las *Medidas* suelen descuidarse las relativas a Volumen y Capacidad, en sintonía con el escaso o nulo tratamiento de la noción y cálculo de volúmenes de cuerpos.

Capítulo aparte merece el habitualmente relegado eje de *Estadística y Probabilidad*, que ya a nivel currículum prescripto no explicita a la Combinatoria como una importante parte constitutiva. Esto deja demasiado librado a cada quien interpretar la necesidad de su incorporación, sin llegar a ahondar sobre los beneficios del desarrollo del razonamiento combinatorio (pensamiento estratégico, exhaustividad, sistematicidad, orden). También hemos encontrado casos en las aulas en que se introduce Estadística descriptiva pero desde una perspectiva demasiado aplicacionista o descontextualizada y donde no se comienza siquiera a trabajar con nociones de aleatoriedad.

Un fenómeno parecido se produce en muchas aulas de la *Educación Secundaria*, cuando se insiste, por ejemplo meses, en la simplificación de largas expresiones aritméticas o algebraicas, con operaciones combinadas, con múltiples paréntesis, corchetes y llaves, y casos de factorio estrictamente memorizados, sin motivaciones previas o aplicaciones posteriores. El estudio completo del amplio espectro de las funciones, el abordaje un tanto más formal de nuevos temas de Geometría tales como congruencia y semejanza de figuras y Trigonometría, y los tratamientos experimental y formal de la aleatoriedad, como componente base de un pensamiento no determinista, parecieran no tener oportunidad de llegar a desplegarse. Entre los argumentos se encuentran los del tipo "los alumnos necesitan dominar la operatoria con expresiones algebraicas para estudios superiores", "no logran entender lo básico, cómo vamos a avanzar hacia otras cosas"... etc., denotando estas afirmaciones naturalizadas posiciones

epistemológicas arraigadas que condicionan y configuran las prácticas de enseñanza de la Matemática.

Además, hay alumnos que tienen una facilidad natural para el trabajo con números, también suelen tenerla con el manejo de las expresiones algebraicas; otros en cambio no se destacan demasiado en esas actividades, porque no les gustan, pero pueden entusiasmarse con otras que tengan una mayor presencia y/o vinculación con elementos concretos, manipulables, tan posibles de emplear en casi todos los temas de Geometría y en Probabilidad experimental, por ejemplo. Es decir hay actividades donde predomina el pensamiento abstracto y otras que pueden organizarse y crecer a partir de lo concreto. En un aula de Matemática deben balancearse los esfuerzos destinados a ambas formas de trabajo y a todas las áreas temáticas, para captar los diferentes gustos/estilos/habilidades de los diversos alumnos haciéndoles sentir que todos tienen la oportunidad de aprenderla.

Un segmento neurálgico para alcanzar una mejoría en este sentido es el de los directivos de escuelas, quienes deberían estar entrenados en atender este aspecto y prestarle preferente atención, compartiendo su interés con los docentes y supervisando luego que no minimicen y/o releguen siempre los mismos contenidos, al menos desde el tiempo que les asignan en la enseñanza.

El desbalance que señalamos en cuanto a la dedicación conferida por los docentes a los temas de diferentes ejes es, quizás, uno de los aspectos que más empeño requieren para ser mejorados. Deberían implementarse instancias de reflexión sobre estas miradas macro del contenido escolar en los docentes en ejercicio, en jornadas de capacitación/análisis compartido y/o guiado y también en los institutos de formación docente, en asignaturas del campo de la Didáctica Específica y/o la Práctica Profesional Docente, para mejorar el proceso de jerarquización de contenidos.

Tampoco ayudan los libros de texto ya que, cuando todas las unidades temáticas están en una misma obra, el orden de los capítulos suele ser una constante a través de las editoriales: Números y Operaciones, Geometría y Medidas, Funciones y Álgebra, Estadística y Probabilidad. Si se sigue ese orden para su desarrollo, o se lo interpreta como una jerarquización de contenidos, rara vez llegue a trabajarse el último eje, "por falta de tiempo".

Pero justamente necesitamos profesionales de la Educación Matemática, en los distintos niveles educativos, que puedan realizar lecturas de los materiales más allá de lo aparente y actuar en consecuencia. Que decidan, por ejemplo, que la parte teórica en un determinado tema de algún libro de texto puede resultar insuficiente, por falta de motivaciones, inducciones, explicaciones, ejemplos o analogías, y que compensen ese déficit con otros materiales. Asimismo que planifiquen sus actividades anuales variando alguna vez el orden en que abordan diferentes unidades temáticas, ¿será posible encontrar algún docente que empiece el año enseñando temas de Probabilidad?

También que organicen globalmente la enseñanza, y gestionen sus clases, de modo de desarrollar temas de todos los ejes en que se organiza la Matemática escolar. Más aún, que potencien actividades donde se integran temas de distintos ejes, por ejemplo, al trabajar con expresiones algebraicas pueden combinarse con interpretaciones geométricas así como con situaciones que pueden modelizarse mediante tales expresiones.

Y que definan el modo en que transcurrirán los temas y actividades en sus clases a partir del planteo de numerosas inquietudes, que deberán formularse y responderse, para ganar seguridad en cuanto al lugar que ocuparán en la red conceptual que se va construyendo. Por ejemplo, al trabajar con números racionales, un profesor de los primeros años de secundaria debería desmenuzar: ¿por qué se crearon estos números?, ¿cómo se vinculan con otros campos numéricos?, ¿cuáles son las distintas formas de representarlos y de qué modo convendría articularlas?, ¿cuándo la representación decimal de un número racional tiene infinitas cifras no periódicas?, ¿en qué situaciones de su vida podrían estar empleando este tipo de números los estudiantes?, ¿acaso convendría utilizar cierto tipo de recurso, en qué momento y para qué?, ¿de qué modo prevé su tratamiento el diseño curricular prescripto?

Asimismo que puedan tomar decisiones sustentadas en términos de beneficios de la alfabetización matemática de sus estudiantes en los tiempos actuales de alto desarrollo tecnológico. La Matemática se considera, en este contexto, como una ciencia clave no solo para contribuir a nuevos desarrollos sino también para descifrar y discernir sobre información cotidiana, cada vez más sofisticada.

Cabe recalcar que un docente no aprende estas cuestiones de manera espontánea, en soledad. Resulta prioritario fomentar su tratamiento en instancias de formación inicial y continua, mediante la reflexión situada en los niveles micro y macro de los temas de la Matemática escolar. Esta reflexión será más rica cuando pueda ser realizada junto a colegas, que estén transitando una etapa equivalente, y acompañados o guiados por especialistas con experiencia. Por ejemplo, si fuera esto posible, resultaría muy enriquecedor poder interactuar con matemáticos profesionales que conocen y contribuyen en primera persona a aplicaciones donde la Matemática tiene un rol fundamental. Otro contacto valioso sería con profesores de Matemática en ejercicio que pueden aportar a problemáticas situadas de enseñanza-aprendizaje-evaluación en términos de conocimiento matemático para la enseñanza.

No queremos cerrar esta parte sin reconocer que hay muy buenos docentes y escuelas que llevan adelante prácticas efectivas de enseñanza de la Matemática, sustentadas en conocimientos, tanto matemáticos como didácticos, amalgamados, y en una gran dedicación y compromiso puestos en juego para lograr niveles importantes de aprendizaje en sus estudiantes. Insistimos en que deben potenciarse esfuerzos, desde las políticas educativas en sus diversos estamentos, para lograr que lo mismo ocurra en todas las aulas de Matemática.

LA MATEMÁTICA EN LOS PLANES DE FORMACIÓN DOCENTE

Un profesor se constituye ante la sociedad como el profesional encargado de hacer accesible cierta porción del conocimiento (por ejemplo Matemática) en un determinado nivel (como ser Educación Obligatoria). Alcanzar ese rol, sostenerlo y renovarlo en el tiempo no es tarea sencilla, ni pretende serlo, por su complejidad intrínseca. Un aporte direccionado desde el Estado se efectúa desde la formación inicial, con la oferta de carreras de Profesorado. También resultan constitutivos para el docente su biografía escolar, la socialización laboral y el desarrollo profesional.

Tampoco es tarea sencilla plasmar las expectativas en torno al profesor en Matemática en diseños curriculares que atiendan a la formación docente esperada para responder a las necesidades de la sociedad, con el compromiso de las instituciones de Educación Superior que ello conlleva.

En lo formal actualmente hay acuerdo en organizar la estructura curricular de una carrera de formación docente en Campos de Formación, o Campos de Conocimiento, entendiéndolos como delimitaciones de configuraciones epistemológicas que integran contenidos disciplinares afines.

De este modo, un estudiante para ser Profesor debe formarse en los aspectos específicos de la/s disciplina/s que enseñará ubicándose en el nivel educativo en que lo hará (*Campo de Formación Específica*), aprendiendo los fundamentos humanísticos y pedagógicos generales que sustentarán su labor como educador (*Campo de Formación General/Pedagógica*) y teniendo la posibilidad de desplegar y ensayar capacidades propias del quehacer docente en la toma de decisiones de aula (*Campo de la Práctica Profesional*).

En la estructura curricular de los Profesorados dependientes del MESF se advierten esos tres **Campos de Formación**:

- **Específica**, relativa a la especificidad del título en cuanto a lo disciplinar y el nivel educativo.
- **General**, involucra conocimientos humanísticos y también pedagógicos.
- **Práctica Profesional**, integra los demás campos de formación en puestas en escena de situaciones escolares, en aulas del Profesorado y en aulas de escuelas.

En el *Profesorado de Educación Inicial* (Resolución Nº 529 de marzo del 2009 del MESF) la distribución de la carga horaria mínima sugerida para cada Campo de Formación es la siguiente:

Campo de Formación	Carga horaria mínima (en horas reloj)	Porcentaje
Específica	1365	50%
General	768	28%
Práctica Profesional	619	22%
Total	2752	100%

CUADRO 1

La formación disciplinar matemática se concreta solo en algunas porciones de tres unidades curriculares, que también incluyen aspectos de la didáctica. Ellas son:

- Resolución de Problemas y Creatividad en primer año (42,7 h)
- Matemática y su Didáctica I en segundo año (85,3 h)
- Matemática y su Didáctica II en tercer año (85,3 h)

Por lo tanto, la formación en Matemática es menor a 213,3 horas reloj, lo que representa a lo sumo un 16% del Campo de Formación Específica y, a su vez, un 8% del total del Plan de Estudios.

Además, hay otros dos espacios que potencialmente podrían contemplar tópicos matemáticos, Espacio de Definición Institucional en tercer año (64 h) y Ateneo en cuarto año (320 h), pero no necesariamente los involucran.

En el **Profesorado de Educación Primaria** (Resolución Nº 528 de marzo del 2009 del MESF) el *Campo de Formación Específica* está constituido, en lo que interesa aquí, por los mismos espacios mencionados para el Profesorado de Educación Inicial, con las mismas cargas horarias, cuya distribución completa es la siguiente:

Campo de Formación	Carga horaria mínima (en horas reloj)	Porcentaje
Específica	1429	51%
General	768	27%
Práctica Profesional	619	22%
Total	2816	100%

CUADRO 2

Llamativamente, en lo referente a la formación en Matemática, se destina una proporción análoga al nivel anterior (Inicial), incluso ligeramente menor: 15% del Campo de Formación Específica, resultando 7,5% del total del plan. ¿Cómo podría un maestro, habilitado para enseñar Matemática muchas horas semanales, desde primer a séptimo grado (niños de 6 a 12 años), haber adquirido herramientas para un efectivo desarrollo profesional en tan escaso tiempo de formación?

En relación con la Formación Específica Matemática del Profesorado de Educación Primaria llaman poderosamente la atención dos cuestiones:

1. Que la carga horaria destinada a esta formación represente el mismo porcentaje del total de la carrera que en el Profesorado de Educación Inicial. Resulta difícil comprender que se equiparen, al menos desde lo cuantitativo, las formaciones de tan diferentes tramos de la escolaridad. En nuestra provincia la escuela primaria dura 7 años y en todos ellos hay una importante cantidad de horas destinadas a la enseñanza de la Matemática, situación muy diferente a la de la Educación Inicial.
2. La escasa cantidad de tiempo destinado a la formación matemática de los profesores de primaria. Además en esos espacios se trabaja “Matemática y su Didáctica”. ¿Cuánto del conocimiento matemático en sí puede desarrollarse y profundizarse en tan exiguo tiempo? Ese tiempo es excesivamente menor que el destinado a su enseñanza en los 7 años de escuela primaria, no parece razonable.

La situación se agrava en los casos, lamentablemente muchos, de estudiantes de Profesorado cuya formación matemática previa, la recibida en su paso por la escolaridad obligatoria, es deficitaria, incluso nula en algunos temas. ¿Cómo analizar, en este contexto, la Didáctica correspondiente a esos temas?

¿Puede alcanzar un estudiante de Profesorado de Educación Primaria esa “visión panorámica” de la Matemática de la que hablábamos anteriormente en tal precariedad de condiciones? Y si no la alcanza, ¿cómo puede tomar todas las decisiones que corresponden a su tarea de planificar, elaborar o seleccionar materiales, jerarquizar contenidos, explicar, integrar temas diferentes, evaluar, etc.?

Por supuesto la solidez de una formación no pasa solamente por la cantidad de tiempo destinado a ella, tiene que ver también con variados aspectos cualitativos que la connotan, pero cuando el déficit es tan marcado sin dudas algo faltará.

Pareciera que, por más esfuerzos que se realicen desde la Didáctica general y la Didáctica de la Matemática, el Profesor de Educación Primaria estaría quedando en desventaja conceptual y metodológica para sostener propuestas de enseñanza con sentido en la disciplina, establecer diálogos interdisciplinarios con colegas y aportar a transformar, en el sentido de empoderar a los ciudadanos, desde la Educación Matemática.

Queremos enfatizar que no estamos planteando el tema con intención de confrontar con otras áreas de formación respecto de los tiempos asignados a cada una de ellas. Solo manifestamos la marcada insuficiencia del tiempo asignado a Matemática como una preocupante cuestión a analizar y mejorar por parte de quienes, eventualmente, estén oportunamente encargados de revisar el plan de formación para la educación primaria.

El reconocido investigador español Juan D. Godino (2002)⁷ subraya que el formador de maestros debe orientar consistentemente hacia cuestiones centrales relativas a qué Matemática enseñar, cómo enseñarla, qué conocimientos didáctico-matemáticos sostienen las decisiones en el aula de primaria y qué tipo de conexiones se deben establecer entre los diversos conocimientos matemáticos.

Acordamos con este, y otros investigadores, en que en el estudio de los problemas didácticos de la Matemática no es posible sin un conocimiento suficiente del contenido disciplinar al que aluden, esto es, los contenidos del currículum. Y esto no solo en términos de *conocimiento común* del contenido (dominio del contenido elemental a un mismo nivel que el de enseñanza) sino y sobre todo en cuanto a dominios del contenido especiales para quienes se dedican a la enseñanza de la Matemática (Ball, Thames y Phelps, 2008)⁸, tales como el *horizonte matemático* (conciencia de las vinculaciones matemáticas, a través de todo el currículum del nivel y también de los inicios, al menos, del nivel inmediato superior) y *el especializado del contenido* (particularidades matemáticas del contenido que se enfatizan en situaciones de enseñanza).

También quien se dedique a enseñar Matemática deberá prestar atención a las características propias de los estudiantes aprendiendo un determinado tema matemático (por ejemplo, atendiendo a que están construyendo el sentido del lenguaje en los primeros años de primaria), la posible gestión de la enseñanza de ese contenido (¿en grupos, con recursos, con puestas en común?, etc.) así como un conocimiento profundo de las prescripciones curriculares para Matemática en el nivel educativo en particular.

Se trata, sucintamente, de lo que el grupo Michigan liderado por Deborah Ball, propone como *conocimiento matemático para la enseñanza* (Ball et al, 2008) que los docentes han de desarrollar para favorecer los aprendizajes de la Matemática. Este conocimiento involucra las tres categorías inicialmente propuestas por Shulman (1986)⁹:

- *conocimiento de la disciplina*, que abarca el entendimiento de las estructuras sustantivas y sintácticas, en nuestro caso, de la Matemática
- *conocimiento didáctico del contenido*, consistente en una amalgama de contenido y pedagogía que es exclusiva del entendimiento profesional de los docentes

⁷Godino, J.D. (2002). La formación matemática y didáctica de maestros como campo de acción e investigación para la didáctica de las matemáticas: el Proyecto Edumat-Maestros. V Simposio sobre Aportaciones del área Didáctica de la Matemática a diferentes Perfiles Profesionales. Universidad de Alicante, febrero.

⁸Ball, D., Thames, M. y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching. What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

⁹Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.

- *conocimiento del currículum*, conciencia de la manera en que los temas se organizan tanto en un año escolar como a lo largo de la escolaridad

pero reagrupadas y puestas en diálogo con el contenido matemático. Puntualmente, Ball et al (2008) consideran las categorías del *conocimiento de la disciplina* y del *conocimiento didáctico del contenido* desmenuzadas cada una en tres dominios de conocimiento, siendo en particular el conocimiento del *currículum* uno de estos dominios.

Categorías	Dominios
Conocimiento de la disciplina	Conocimiento común del contenido
	Conocimiento en el horizonte matemático
	Conocimiento especializado del contenido
Conocimiento didáctico del contenido	Conocimiento del contenido y de los estudiantes
	Conocimiento del contenido y de la enseñanza
	Conocimiento del contenido y del currículum

CUADRO 3

¿Podría contribuir para desarrollar este *conocimiento matemático para la enseñanza* el estudio de la Matemática por sí misma, además del módulo de Matemática y su Didáctica? Consideramos que sí, ya que se fortalecerían el conocimiento común, el especializado y ese horizonte matemático del que hablábamos anteriormente. De inmediato emerge la inquietud acerca de cuáles temas sería conveniente que fueran estudiados y, también, cómo plantear a los futuros maestros estrategias que faciliten el acceso al contenido propiamente matemático seleccionado.

Para atender a la primera inquietud deberían plantearse espacios de discusión y análisis en los que los equipos de coordinación, seguimiento, revisión y desarrollo curricular mencionados con anterioridad asumieran la búsqueda de respuestas consensuadas desde múltiples miradas. Entre ellas no debería omitirse que al futuro docente de primaria le resultará de suma utilidad, a la hora de definir sus estrategias didácticas, tener en cuenta los contenidos de secundaria que se apoyarán en el tema actualmente en desarrollo, para saber cómo y hacia dónde direccionar los esfuerzos. En tal sentido se torna imprescindible la revisión y profundización de los temas desarrollados en Matemática en la Educación Secundaria, destacando los puentes conceptuales existentes entre ellos y los de la Educación Primaria.

En cuanto al planteo de estrategias que faciliten el acceso al contenido matemático puede considerarse el proyecto Edumat-Maestros, del equipo del Dr. Godino, donde se propone hacerlo mediante situaciones introductorias que contextualizan los conocimientos pretendidos y estimulan el recuerdo de los saberes previos de los profesores en formación así como su reflexión e indagación personal. Se puede avanzar, desde allí, en el desarrollo sistemático de los

conocimientos matemáticos que se consideren pertinentes para el maestro en formación, con ejemplos ilustrativos, argumentaciones y actividades prácticas que interrelacionen conceptos y procedimientos, y trabajarlos mediante diferentes modalidades, entre ellas como taller matemático, a modo de microsociedad científica.

En la formación de profesores para desempeñarse en la Educación Secundaria, conviven en nuestro país dos tipos de instituciones: institutos de educación superior y universidades. Los planes de estudio que los rigen y las culturas institucionales son propios de cada uno, con escasos espacios institucionales ideados desde las gestiones para interactuar en pos de variados objetivos comunes. Consideramos que un mayor diálogo entre ambos sería deseable dado que sus egresados compartirán proyectos escolares y se constituirán, ante la sociedad, en los representantes de la institución matemática. Lo que sí comparten ambos tipos de Profesorados es la organización del currículum en Campos análogos de Formación.

El *Campo de Formación Específica* del **Profesorado de Educación Secundaria en Matemática** (Resolución N° 2090 de noviembre del 2015 del MESF; Anexo VII) se diferencia de los correspondientes a los de Educación Inicial y Primaria en cuanto a focalizar en esta disciplina así como al nivel educativo de incumbencia. La carga horaria de este Campo y los demás se muestra a continuación:

Campo de Formación	Carga horaria mínima (en horas reloj)	Porcentaje
Específica	1792	60%
General	747	25%
Práctica Profesional	448	15%
Total	3030	100%

CUADRO 4

Del análisis del Anexo VII del Diseño Curricular para el Profesorado de Educación Secundaria en Matemática se desprenden algunas observaciones interesantes que queremos compartir.

Una de ellas es que en su portada se consignan las autoridades educativas que propiciaron su elaboración. A nivel provincial aparecen Gobernador, Ministra de Educación, Secretarios y Directores, y allí se advierte que en lo referente a áreas específicas de conocimiento participaron solo tres Direcciones: de Educación Artística, de Educación Especial y de Educación Física. Surge entonces la inquietud: ¿No hay en el esquema organizativo del MESF una Dirección de Educación en Ciencias Básicas? ¿No lo amerita? Es, cuanto menos, significativo.

Otra es que, según se expresa en los documentos ministeriales, los diseños curriculares jurisdiccionales son la resultante de procesos participativos de

elaboración que involucraron Comisiones específicas de trabajo por parte del MESF. Se recabaron opiniones, diagnósticos y propuestas de directivos, docentes y estudiantes de los Profesorados. También se articuló con las autoridades, a nivel provincial y nacional (Instituto Nacional de Formación Docente) así como con especialistas en las temáticas. En este marco de participación plural llama la atención la presencia en unidades curriculares del campo específico matemático de algunos errores de redacción y varias imprecisiones ligadas a lo conceptual.

De todas formas se trata de un documento organizado y completo en el que, además de oportunos encuadres generales –de política educativa; fundamentos; finalidades formativas; estructura curricular– se presenta, en cada unidad curricular, sus finalidades formativas, ejes de contenidos, orientaciones metodológicas y bibliografía sugerida.

Focalizando en los contenidos específicos de formación matemática, resalta la diferencia de los tiempos globales asignados a las diferentes áreas que componen la disciplina. En efecto, en el total de la carrera las cantidades de horas cátedra anuales por área son: *Cálculo* 576 h; *Geometría* 480 h; *Aritmética y Álgebra* 448 h; *Modelización Matemática* 416 h; *Estadística y Probabilidad* 192 h.

En particular, la marcada diferencia de tiempo asignado al Cálculo está acorde con lo señalado en las Finalidades Formativas de Cálculo I: “De allí que el cálculo, como cuerpo de técnicas y conceptos esenciales, siga teniendo vigencia como el principal lenguaje cuantitativo de la ciencia” (p.53). También el hecho de asignar una importante cantidad de horas (160) al desarrollo de dos asignaturas del campo de la Física apunta en el mismo sentido: privilegiar esta área de conocimientos, en la que surgieron problemas que generaron nuevos e importantes conceptos matemáticos –que constituyen el Análisis Matemático o Cálculo– siempre empleando los números reales.

Contrasta la escasa relevancia conferida a otras áreas donde la Matemática aplica (por ejemplo Economía) que aparecen en materias de Modelización Matemática, así como a diferentes temas, apenas mencionados en dos asignaturas, que encuadran en la Matemática Discreta (Combinatoria, Grafos) de gran actualidad ya que son básicos en Ciencias de la Computación, y que no utilizan los números reales ni los recursos del Cálculo.

En 1993 señalaba Miguel de Guzmán Ozámiz¹⁰, destacado catedrático de la Universidad Complutense de Madrid, reconocido por sus aportes al campo de la Educación Matemática (p.48):

El advenimiento de los ordenadores [...] ha abierto multitud de campos diversos, con origen no ya en la física, como los desarrollos de siglos anteriores, sino en otras muchas ciencias, tales como la economía, las ciencias de la organización, biología [...]

¹⁰ Guzmán, M. de (2007). Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, (43), 19-58. Originalmente publicado en 1993.

Por otra parte, el acento en los algoritmos discretos, usados en las ciencias de la computación, en la informática, así como en la modelización de diversos fenómenos mediante el ordenador, ha dado lugar a un traslado de énfasis en la matemática actual hacia la matemática discreta. Ciertas porciones de ella son suficientemente elementales como para poder formar parte con éxito de un programa inicial de matemática. La combinatoria clásica, así como los aspectos modernos de ella, tales como la teoría de grafos o la geometría combinatoria, podrían ser considerados como candidatos adecuados.

Sería conveniente ir preparando a los futuros profesores para que puedan ampliar su visión de las diferentes áreas de la Matemática y de sus actuales aplicaciones, constituyéndose en agentes de un cambio fecundo.

Por otro lado, en el ámbito de las Universidades Nacionales, desde el Consejo Universitario de Ciencias Exactas y Naturales (CUCEN, organismo de carácter nacional constituido por las autoridades de las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales) se conformaron Comisiones por disciplina (Matemática, Biología, Computación, Física y Química) encomendadas al desarrollo de estándares para instancias de evaluación de los Profesorados de Ciencias Exactas y Naturales. La Comisión de Matemática estuvo constituida por representantes de los Profesorados en Matemática de las Universidades Nacionales a lo largo y a lo ancho de nuestro país y mantuvo reuniones de trabajo durante tres años hasta lograr acuerdos en lo relativo a la formación disciplinar específica. Posteriormente se constituyó una Comisión Mixta con la Asociación Nacional de Facultades de Humanidades y Educación (ANFHE) para articular lo relativo a la formación general y pedagógica, lográndose aunar criterios para todos los Profesorados de Ciencias Exactas y Naturales.

Ese trabajo participativo y democrático finalmente se plasmó en la Resolución del Consejo Interuniversitario Nacional (CIN) N° 856 de mayo del 2013, en la que se propone que la formación de los *Profesorados Universitarios en Matemática* se organice en cuatro Campos de Formación, que son análogos a los que vienen desarrollándose pero desglosando el de la Formación General en dos, denominados General y Pedagógica.

En resumen, los Campos de Formación para los Profesorados Universitarios en Matemática son:

- **Disciplinar Específica**, comprende las ramas clásicas de la Matemática así como sus procesos actuales e históricos de construcción de conocimiento y la Educación Matemática.
- **General**, abarca problemáticas contemporáneas de nuestro contexto, en términos sociales, culturales, políticos y comunicativos.
- **Pedagógica**, se detiene en problemáticas relativas a la Educación, en cuanto a enseñanza, aprendizaje y evaluación en el marco de instituciones educativas.
- **Práctica Profesional Docente**, asume los procesos de análisis, intervención y reflexión de prácticas docentes en contextos macro, meso y micro educativos.

La carga horaria mínima requerida para cada Campo es la que se indica en el siguiente Cuadro, agregándose en *cursiva* la distribución concreta en la UNR:

Campo de Formación	Carga horaria mínima CIN - UNR (en horas reloj)	Porcentaje CIN - UNR
Disciplinar Específica	1800- 1968	62%-64%
General	180- 240	6,2%- 8%
Pedagógica	320- 320	11%- 10%
Práctica Profesional Docente	400- 544	14%-18%
Asignación Libre	200	6,8%
Total	2900- 3072	100%

CUADRO 5

En el Campo de la Práctica Profesional Docente se aclara que 200 horas como mínimo corresponden a la Residencia, con un mínimo de 15 horas en cada nivel (Educación Secundaria y Educación Superior). Acerca de la asignación libre, se menciona que es de acuerdo al criterio de cada institución (análogo a los Espacios de Definición Institucional de los Profesorados del MESF).

Es interesante señalar que los Profesorados Universitarios en Matemática, así como en otras ciencias, generalmente surgieron en el seno de la comunidad docente de una Licenciatura, carrera con muy diferentes objetivos de formación, y atravesaron similares procesos de cambio. Al respecto, y como caso testigo, mencionaremos algunos aspectos de la evolución del Profesorado en Matemática de la Universidad Nacional de Rosario.

Se creó en 1988 en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) con la siguiente estructura: las materias de formación disciplinar específica se cursaban en común con la Licenciatura en Matemática y las materias de formación general, pedagógica y didáctica en la Facultad de Humanidades y Artes, en común con estudiantes de otros Profesorados universitarios. En la asignatura Currículum y Didáctica de tercer año participaba parcialmente una Profesora en Matemática, docente de FCEIA, abordando la Didáctica de la Matemática y ella estaba también a cargo de la Residencia anual en cuarto año.

Cuando los primeros egresados fueron incorporándose laboralmente en el sistema educativo de Educación Secundaria se fueron recogiendo sus impresiones respecto de la formación recibida que, en líneas generales, podría sintetizarse como “demasiado elevada en Matemática y escasa en Didáctica de la Matemática”. Para mejorar el primero de estos aspectos fueron readecuándose contenidos en materias de Matemática de tercer y cuarto años, comenzando así a establecerse una identificación que separara la carrera de la Licenciatura. También fue dándose un proceso de revisión global del currículum de la carrera que plasmó en un nuevo Plan de Estudios en el año 2002. En él hubieron actualizaciones de los contenidos disciplinares –cabe mencionar la introducción de asignaturas del área de la Matemática Discreta– y otra novedad: tres materias correspondientes al Campo de la Práctica Profesional Docente dictadas desde el primer año de la carrera, por docentes de FCEIA, algunos egresados del Profesorado en Matemática. En 2013 se concretó otro cambio importante: se crearon en FCEIA cátedras correspondientes

a las asignaturas de la formación general y pedagógica, quedando el total de la carrera en su ámbito, lo que redundó en mejoras administrativas y organizativas de horarios de cursado para los estudiantes.

A partir de los estándares propuestos por el CUCEN, aprobados por el CIN en 2013, comenzó un nuevo proceso de revisión del currículum de la carrera, que se plasmó en un nuevo Plan de Estudios, vigente desde el año 2018, cuyas cargas horarias se adaptan en alto grado a las del Cuadro 5 del CIN.

En lo relativo a los contenidos específicos de formación matemática también en esta carrera se advierte un predominio del área Análisis Matemático (Cálculo), que cuenta con casi el doble de horas que cada una de las áreas de Geometría y de Álgebra y la presencia de una asignatura de Física, tradicional campo de aplicación (inicialmente generadora de los conceptos básicos) del Análisis Matemático. Otra similitud con los profesorados del MESF es el abordaje de ciertos temas del área Economía solo en materias de Modelización Matemática.

Resalta la presencia de actividades curriculares con un claro perfil innovador tales como *Programación; Matemática Discreta; Recursos tecnológicos en Educación Matemática; Proyectos innovadores en Educación Matemática*, tendientes a dotar a los futuros docentes de herramientas conceptuales y recursos apropiados para la enseñanza de la disciplina en la actualidad.

Retomando la mirada de conjunto, del sistema formador de docentes, puede señalarse que las distribuciones horarias correspondientes a las estructuras curriculares de los Profesorados de Educación Inicial y Primaria resultan sorprendentemente similares entre sí (Cuadros 1 y 2), en tanto que las de los Profesorados en Matemática de los dos sistemas formadores guardan un saludable parecido global con las pautas del CIN (Cuadros 4 y 5), aunque con algunas diferencias entre ellas, por ejemplo, la relación entre asignaciones horarias de los campos de Formación Disciplinar Específica y Formación General-Pedagógica es de aproximadamente 3,5 en el de UNR y 2,4 en el de MESF.

De todos modos, cómo se interpretan, implementan e interpelan estos planes de formación en el devenir diario es lo que en definitiva queda y marca a las generaciones y generaciones de profesionales encargados de enseñar Matemática en el nivel obligatorio de la provincia de Santa Fe. En este sentido cabe señalar que también desde la actuación de los Profesores a cargo de asignaturas de la formación disciplinar y de las actividades del campo de la Práctica Profesional Docente pueden estar dándose aportes, más o menos intencionados, hacia las cuestiones vinculadas con la didáctica. Por eso es crucial el desempeño de los Profesores que forman a Profesores ya que su accionar determina, en gran medida, modelos de ejercicio de la docencia que impregnarán las futuras prácticas docentes escolares. Todo buen docente reconoce haber tenido buenos docentes que marcaron en parte su modo de trabajo.

Diversos estudios llevados a cabo por investigadores en Educación Matemática han tratado de identificar características que identifican a los “buenos docentes” y sus prácticas según sus alumnos, en diferentes niveles educativos.

“¿Qué hacen ‘los mejores docentes’?” se pregunta Ken Bain (2011)¹¹, investigador estadounidense interesado en la excelencia de la enseñanza, luego de recorrer universidades de su país durante décadas, conociendo de cerca a aquellos profesores especialmente reconocidos por sus estudiantes, colegas y superiores. También se pregunta “¿Cómo aprender de ellos?”.

¿Qué tienen estos profesores que los hacen especiales? ¿Títulos? No hay un patrón. ¿Personalidad? Tampoco. ¿Rama disciplinar? No. ¿Tramo (superior/básico) de la carrera? No. ¿Una misma metodología de trabajo? Tampoco se aprecia algo que los aglutine... Lo que esos profesores tienen es un profundo conocimiento y pasión por lo que hacen, logrando contagiar a sus estudiantes el interés y gusto por la disciplina. No da lo mismo ir a sus clases o faltar. Todos ellos están absolutamente comprometidos con su tarea. Sus desempeños tienen un “plus” que puede ser imperceptible si son observados esporádicamente pero sostenidos en el tiempo marcan diferencias.

Un aspecto a considerar, entonces, es cómo fortalecer las prácticas educativas del cuerpo de formadores de profesores, procurando que en alto grado alcancen la significatividad necesaria para tan importante tarea.

¹¹Bain, K. (2011). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia, España: Universidad de Valencia.

ACTUALIZACIÓN DE DISEÑOS CURRICULARES Y OTRAS ACCIONES ESPERABLES

En el análisis anteriormente realizado, sobre la presencia de la Matemática en la escolaridad obligatoria y en los planes de formación docente, fuimos señalando algunas debilidades que requieren acciones concretas que ayuden a superarlas.

Si bien el eje de este trabajo tiene que ver con reflexiones y propuestas en relación con la formación docente queremos mencionar sintéticamente, a modo de cierre, algunas otras que fueron surgiendo en su desarrollo, dada su estrecha vinculación en cuanto al objetivo de contribuir conceptualmente a la mejora del sistema educativo.

Las hemos separado en dos grupos, según la inmediatez de sus efectos en el sistema educativo obligatorio: acciones con resultados en un mediano plazo y otras con consecuencias más inmediatas. Consideramos que todas ellas son necesarias e igualmente importantes.

Las **acciones con resultados a mediano plazo** tienen por objetivo el **fortalecimiento de la formación docente inicial** e involucran las siguientes acciones:

- **Revisión y actualización de los diseños curriculares de la formación docente.**
- **Implementación de políticas de estímulo para la elección de carreras de formación docente.**

En lo concerniente a la **revisión y actualización de los diseños curriculares de la formación docente** conviene recordar que el estudio de los problemas didácticos de la Matemática requiere, al menos, el dominio tanto del *conocimiento común* del contenido (contenido elemental al mismo nivel que el de enseñanza) como el del *horizonte matemático* (vinculaciones matemáticas a través del currículum del nivel y también del inmediato superior) (Ball et al, 2008).

Asimismo interviene el *conocimiento especializado* del contenido, que es el dominio matemático que en particular se espera en un profesor, que no es *común* con otras profesiones ni está en el *horizonte* matemático. Por ejemplo, calcular el perímetro de un rectángulo requiere activar un conocimiento diferente al necesario para analizar una conjetura de un alumno acerca de una eventual relación entre perímetro y área. Lo primero requiere solo conocer formas de cálculo del perímetro del rectángulo (*conocimiento común*), en tanto que lo segundo requiere una habilidad para pensar de manera flexible la noción de perímetro a efectos de analizar una afirmación, correcta o no, de otra persona (*conocimiento especializado*).

Al buscar patrones en errores de alumnos, o al examinar si una propuesta no estándar de enseñanza podría ser efectiva, los docentes tienen que hacer un

tipo de trabajo matemático, un desmenuzamiento conceptual, que no es requerido –ni siquiera deseable– en ámbitos distintos al educativo. Tal análisis implica un tipo de conocimiento estrictamente pertinente para la actividad profesional docente y no se corresponde con el tipo de conocimiento matemático demandado en otras ocupaciones, que van desde enfermeros, banqueros e ingenieros hasta carpinteros y recepcionistas.

Este *conocimiento especializado* del contenido comienza a procurarse desde la formación docente, principalmente en los Campos de Formación Disciplinar Específica y Práctica Profesional Docente donde se integran. Sin conocimientos, tanto *común* del contenido como en el *horizonte matemático*, suficientemente desarrollados, se diluye la idea de un conocimiento *especializado* sosteniendo una enseñanza de la Matemática que favorezca los aprendizajes. De esta inestabilidad en el *conocimiento de la disciplina* posiblemente devengan conocimientos estudiantiles frágiles (Perkins, 2001)¹². Al mismo tiempo, resulta difícil que un conocimiento débil de la disciplina pueda amalgamarse convenientemente con los componentes del *conocimiento didáctico del contenido*, relativos a *estudiantes, enseñanza y currículum*, en relación con la Matemática.

En líneas generales puede señalarse que, del análisis de los diseños curriculares para la formación docente en vigencia, surge que en el caso del Profesorado en Educación Primaria difícilmente se esté alcanzando a desarrollar el *conocimiento común* del contenido correspondiente a ese tramo, debido a la escasez del tiempo asignado a los temas específicos de Matemática. Por ello consideramos que la situación de la formación docente para la Educación Primaria requiere una urgente revisión y readecuación, porque un docente no puede enseñar lo que desconoce, o incluso maneja en el mismo nivel en el que debe enseñarlo.

Entendemos que es necesario que la carrera de Profesorado en Educación Primaria asuma todos los contenidos matemáticos de este nivel así como los del ciclo básico de la Educación Secundaria, al menos. Esta propuesta se ve reforzada por el hecho de que, muy probablemente, la propia biografía escolar de muchos de los aspirantes a profesor sea débil en conocimientos matemáticos con sentido, sobre todo en aquellas ramas que hemos señalado como especialmente relegadas tales como geometría, medidas, teoría de conjuntos, combinatoria, probabilidad y estadística.

En cuanto a los Profesorados en Matemática para la enseñanza en la Educación Secundaria, cabe recordar que hay dos sistemas formadores: provincial y universitario. En líneas generales comparten la estructura curricular (Cuadros 4 y 5), cercana a los estándares del CIN. El provincial del MESF otorga título de Profesor/a de Educación Secundaria en Matemática, en tanto que los títulos universitarios dependen de cada Universidad pero, en general, sus egresados se desempeñan en la Educación Secundaria y Superior.

¹²Perkins, D. (2001). *La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente*. Barcelona, España: Gedisa.

A diferencia de lo que ocurre en el Profesorado en Educación Primaria, anteriormente mencionado, podemos señalar que del análisis de los diseños curriculares de los Profesorados en Matemática para la enseñanza en la Educación Secundaria surge que, en ambos sistemas formadores, hay una fuerte carga de contenidos correspondientes al *horizonte matemático*, tal vez faltando en algunos temas una mayor aproximación al *conocimiento común* del contenido lo que podría comprometer la conformación del *conocimiento especializado*.

Entendemos que no es sencillo abarcar en el tiempo de desarrollo de una carrera de Profesorado las múltiples variables que deben abordarse para una formación integral. Por eso estas carreras deben formar al egresado de manera que tenga conocimiento de los aspectos que merecen seguir siendo fortalecidos y brindar herramientas que le permitan y le impulsen a hacerlo. Para ello sería conveniente que hubiera oportunidades serias, de profundización de diversos aspectos y con diferentes grados de requerimiento temporal, algunas puntuales y otras más sistemáticas. En este sentido la formación continua es una necesidad de los profesores, y por ende del sistema educativo, que el estado no debe descuidar ni postergar.

Por otro lado, **la implementación de políticas de estímulo para la elección de carreras de formación docente** se vuelve imprescindible dada la decreciente cantidad de ingresantes a ellas en contraste con la creciente cantidad de aulas y alumnos que deben atenderse.

Una valiosa herramienta podría ser la implementación de becas de estudio para quienes decidan estudiar una carrera docente de Educación Inicial o Primaria o bien un Profesorado en Matemática para la Educación Secundaria, teniendo en cuenta que esta disciplina se imparte en todos los años de la escolaridad obligatoria, teniendo asignadas una buena cantidad de horas semanales y, por ende, hacen falta muchos profesores.

Entendemos que, en aras de incorporar a la docencia profesionales valiosos podrían pautarse montos de becas más elevados para los aspirantes con mejores notas en su trayectoria escolar previa. Esto, a la vez, podría actuar como estímulo para transitar la escuela secundaria con un alto grado de dedicación, para poder aspirar a mejores condiciones becarias.

En nuestro país hay antecedentes de este tipo de estímulos, pero no siempre han sido suficientemente sostenidos o equitativamente distribuidos. Un tal sistema de becas para estudiantes de carreras docentes podría estar financiado por el Ministerio de Educación de la Nación, por el MESF, por el CIN, por universidades nacionales o por cualquier organismo que advierta la necesidad y conveniencia de invertir estratégicamente en la formación de buenos docentes.

No estamos planteando aquí la implementación de un sistema de becas para estudiantes que requieran un soporte económico que ayude a solventar sus estudios, tampoco para estudiantes avanzados o egresados que aspiren a realizar estudios de posgrado o investigación. Ese tipo de ayudas tienen otros objetivos, y

son también necesarias, pero pueden/deben desarrollarse de manera paralela a las inicialmente planteadas, por carriles separados.

Estamos hablando de políticas sostenidas de estímulo a la constitución de un cuerpo docente fuerte, sólido, en cantidad y conocimientos, suficiente para mejorar día a día la calidad de la educación general y también en Matemática, despertando vocaciones en los jóvenes hacia las disciplinas o estudios vinculados a ella y a las tecnologías que la tienen como soporte básico. La inversión hoy en este tipo de fortalecimiento del sistema de formación docente puede representar un importante impulso el día de mañana al sistema productivo-científico-social-económico de nuestra región.

El otro grupo de **acciones** que debieran desarrollarse para lograr **mejoras en el corto plazo** tienen que ver con:

- **La revisión de los diseños curriculares de la escolaridad obligatoria.**
- **El fortalecimiento de la formación docente continua.**

Hemos señalado anteriormente que, si bien los contenidos de Matemática habituales en la Educación Obligatoria son bastante estables, es necesaria la constitución de un equipo permanente de revisión y desarrollo curricular, que coordine las interacciones con los distintos actores del sistema educativo, incluyendo instituciones de Educación Superior, **para actualizar los diseños curriculares correspondientes a la escolaridad obligatoria.**

Dada su relevancia como herramienta de referencia para las implementaciones en aula de las consideraciones que el Estado –luego de procesos democráticos de participación– proyecta en términos de política educativa para toda la sociedad, anhelamos que su presentación sea sustanciosa, completa y explícita, para favorecer la organización del trabajo docente.

Nos referimos a la explicitación en el documento de contenidos, secuenciaciones, metodologías, recomendaciones, ponderaciones, evaluaciones, obstáculos, previsiones, generales y más propias de cada unidad curricular, que sirvan como pautas claras para la planificación y puesta en práctica de las actividades en el aula.

Desde luego que el currículum se construye también en el aula y en la escuela, como consecuencia tanto de la preparación en las carreras de formación docente para la lectura y análisis de estos documentos como de las reuniones entre colegas de una misma institución, intercambiando criterios y experiencias y tomando decisiones coordinadas en relación con las implementaciones. Además un equipo docente escolar conoce las características del trabajo en el aula con cada tema que enseña y, a partir de su consolidación como cuerpo, puede aportar su experiencia para enriquecer y/o actualizar dinámicamente los documentos curriculares a la hora de su reconsideración oficial.

La activación de ese tipo de reuniones y acciones les cabe a los directivos y docentes de las escuelas y es crucial, ya que contar con buenos diseños curriculares no es suficiente garantía de prácticas educativas significativas. De hecho hemos señalado anteriormente la histórica postergación que suelen sufrir los temas de algunos ejes de contenidos (Geometría, Combinatoria, Probabilidad), en distintos niveles educativos, aun cuando hayan estado adecuadamente pautados en los diseños curriculares del MESF.

Dijimos que no es suficiente contar con buenos diseños curriculares pero es necesario. Son necesarias la enunciación detallada de los conceptos y procedimientos inherentes a cada tema que corresponde tratar así como la descripción de posibles formas de enseñarlos, conexiones con temas anteriores incluso del actual, tipos de actividades prácticas y de evaluación posibles y convenientes, actitudes a generar en el alumno apropiadas tanto para el trabajo en Matemática en general como en algún tema en particular (realizar esbozos gráficos de los elementos mencionados en un problema geométrico, favoreciendo la etapa de comprensión; verificar las soluciones halladas de alguna ecuación, inecuaciones o sistema de ecuaciones; ser sistemático en la búsqueda y consignar por escrito los casos considerados en problemas combinatorios de recuento de opciones; etc.).

También son necesarias consideraciones globales respecto a la secuenciación de temas afines y de sus posibles distribuciones a lo largo de los diferentes años. En la Matemática escolar los conocimientos se van adquiriendo y profundizando a partir de un trabajo gradual, creciendo desde iniciales formas intuitivas de pensamiento hasta razonamientos finales más abstractos y formales, cercanos al deductivo, por lo que posiblemente no se logren en una sola unidad o, incluso, en un único año escolar.

Acorde a esa gradualidad, y a las conexiones epistémicas que establecen precedencias conceptuales, se organizan posibles secuenciaciones y profundizaciones de temas a lo largo de toda la escolaridad. Por ejemplo, el estudio de cada uno de los distintos conjuntos numéricos (naturales, enteros, racionales, irracionales, reales, complejos; con sus diversas notaciones, propiedades de densidad, representaciones gráficas, etc.) y de las diferentes operaciones en cada uno de ellos, con sus propiedades y técnicas de realización, se distribuye desde el primer año de la escuela primaria hasta el ciclo orientado de la secundaria.

Desde luego cada vez que se retoma el hilo de ese largo encadenamiento temático será conveniente destinar un tiempo a la sintética recuperación de lo ya trabajado, pero conociendo, y sin perder de vista, el objetivo a alcanzar en la etapa que se está transitando. Estos objetivos de cada año escolar deberán ser, entonces, explícitos y claros en el diseño curricular, evitando que la estrategia de abordaje *helicoidal* de los temas se convierta en una *calesita*, que gira y gira siempre al mismo nivel de altura, ya que si no se concreta el progresivo avance deseado quedarán porciones importantes del currículum sin desarrollar “por falta de tiempo”.

El tratamiento escolar global de algunas áreas temáticas no es tan largo como el mencionado de los conjuntos numéricos y, por lo tanto, puede ser desarrollado en una cantidad más acotada de años. Tal sería el caso de un tratamiento elemental de la Teoría de Conjuntos que proponemos (conjuntos no numerosos por extensión, nociones de igualdad, pertenencia, conjunto vacío, universal, subconjunto, complemento, operaciones de unión e intersección, diagramas de Venn, conjuntos infinitos, intervalos) repartido en dos o tres instancias puntuales entre los últimos años de la escolaridad primaria y el ciclo básico de la secundaria. Dado que este tema oficia de recurso dialéctico y gráfico para el tratamiento de cada uno de los restantes contenidos de Matemática, su empleo en ellos fortalece su comprensión (sin necesidad de importante tiempo destinado a su tratamiento específico) y justifica su abordaje.

Otro aspecto que sería conveniente que explicitara el diseño curricular oficial es el grado y modos adecuados de intervención del docente en las presentaciones de cada uno de los temas así como en las correcciones y explicaciones que debe brindar en el aula para reencauzar el curso del avance a lo largo del contenido, procurando el ejercicio de una enseñanza de base constructivista que no se distorsione hacia un constructivismo radical.

La necesidad de contar en un diseño curricular oficial con un adecuado desarrollo de, al menos, los aspectos mencionados en los párrafos anteriores radica en la conveniencia de asegurar un equilibrio en los modos y profundidad de tratamiento matemático del currículum que garantice una igualdad de oportunidades a todos los alumnos del importante colectivo de la escolaridad obligatoria.

En cuanto al **fortalecimiento de la formación docente continua** cabe señalar que si bien el tránsito satisfactorio por una carrera de profesorado se concluye con un título habilitante para el ejercicio de la profesión en el campo laboral, la docencia, así como otras profesiones, requiere de una formación continua a través de los años en que el educador se desempeña en su tarea. Y esta actualización de conocimientos docentes comprende los distintos campos de formación que fueran oportunamente señalados, sobre todo si algunos no fueron desarrollados en la formación inicial con una profundidad acorde a la demanda del trabajo de enseñar Matemática en varios años de escolaridad a estudiantes en un marco de heterogeneidad.

Entendemos que esa formación continua se concreta tanto en capacitaciones que los docentes realizan sistemáticamente como en la socialización profesional de las experiencias que se van teniendo. A continuación señalaremos algunas propuestas que consideramos necesarias, superadoras y, al mismo tiempo, factibles para mejorar el panorama de la Matemática escolar en los niveles educativos obligatorios. Desde luego son solo algunas posibilidades, puede haber muchas otras.

- Propuesta de capacitaciones en Matemática, y según el tema también en su Didáctica, llevadas a cabo por profesionales matemáticos que tengan

formación y/o experiencia en enseñanza y evaluación de la disciplina en el nivel en que se desempeñan los destinatarios.

Si bien los conceptos básicos de la Matemática Escolar no han cambiado con respecto a lo que el docente estudió en su formación inicial, sí es muy probable que haya ido variando la relación del profesor con la Matemática. Transcurridos unos años sin contacto en primera persona con el estudio de la disciplina el estado de sus conocimientos sobre conceptos y procedimientos de algunos temas pudo haberse debilitado, o más aún desvanecido, sobre todo en aquellos que no habían sido afianzados suficientemente en su momento o que no le tocó enseñar.

En este sentido, visitar la Matemática Escolar constituye una buena oportunidad para recordarla, fortalecerla, profundizarla y volver a saborearla (como cuando se ve una película otra vez), pero sobre todo, y esto es muy importante, pueden identificarse y tratarse conocimientos matemáticos de niveles superiores que la abarcan, poniendo atención en los puentes conceptuales entre ambos. También puede acompañarse con discernimiento didáctico-matemático acerca de dificultades habituales en el aprendizaje de algunos alumnos (¿por qué cuesta concebir al cuadrado como un rectángulo?, ¿por qué suelen sumarse los denominadores al sumar fracciones?, ¿por qué suele confundirse inyectividad con condición suficiente para que una relación sea función?, ¿por qué suele considerarse válida esta igualdad incorrecta: $(a + b)^2 = a^2 + b^2$?...) así como vacilaciones ante explicaciones (¿cómo introducir la multiplicación entre números negativos?, ¿de qué manera enseñar proporcionalidad para que no se restrinja al uso de la regla de tres?, ¿cómo vincular probabilidad condicional a ciertos fenómenos de la realidad?).

También deberían organizarse actividades de formación en temas correspondientes al *horizonte matemático* del docente, que amplíen/profundicen sus conocimientos aún en temas que no necesariamente está enseñando, pero que sirven para fortalecer esa visión panorámica de la que hablábamos, que le confiere seguridad y soltura al momento de la enseñanza. También caben en este segmento temáticas que el docente podría llegar a enseñar si se pautaran esos contenidos, en un nivel elemental, en nuevos diseños curriculares y que hemos señalado como básicos y necesarios tales como Teoría de Conjuntos o Matemática Discreta (Combinatoria, Grafos, entre otros).

Estas propuestas de capacitación matemática, diseñadas especialmente para quienes son los encargados de enseñarla a la sociedad, deberían ser lideradas por profesionales matemáticos que tengan formación y/o experiencia en enseñanza de la disciplina en el nivel en que se desempeñan los destinatarios.

Los equipos capacitadores pueden, asimismo, incluir a docentes e investigadores matemáticos universitarios que tengan vocación por la divulgación de la ciencia, quienes podrían tener algunas intervenciones parciales en el desarrollo de las capacitaciones, en forma presencial o remota, pudiendo incorporarse a referentes de cualquier lugar del mundo. Estos novedosos

encuentros/contactos entre educadores e investigadores pueden resultar altamente estimulantes.

Estas acciones capacitadoras pueden consistir en cursos, de variadas duraciones, solventados por el Estado, con evaluación y reconocimiento oficial. Hace ya demasiados años que este tipo de acciones se ha visto interrumpido y esa falta de refuerzos disciplinares y estímulos se manifiesta en debilidades palpables del colectivo educador.

Resulta razonable pensar que las capacitaciones puedan también alcanzar a egresados de carreras docentes que aún no han ingresado a trabajar de manera estable en el sistema educativo.

- Propuesta vinculada a la OMA: resolución colaborativa de problemas de olimpiadas matemáticas por parte de los profesores, con posterior socialización y acreditación.

Como planteáramos, la actividad de resolución de problemas de Matemática está ampliamente reconocida como valiosa y formativa, tanto en términos de investigación educativa especializada como en los diseños curriculares y en los discursos docentes. Asimismo, qué se entiende por este tipo de actividad, cuáles son sus características psicológicas y riqueza pedagógica y cómo sostenerla en la práctica, continúan siendo asuntos para capacitar a los docentes en ejercicio.

Más allá de posibles reflexiones en términos de Didáctica de la Matemática resolver problemas matemáticos es un “hacer” que, como todos, se fortalece en la acción, por lo que los docentes deberán encarar ellos mismos la resolución de problemas matemáticos periódicamente. En otras palabras, aludimos a encuentros cercanos entre el problema y la persona, un asunto entre ellos, que mantiene viva la dosis de llama matemática que el mismo profesor necesita para impulsar con entusiasmo este tipo de actividad entre sus estudiantes.

Poder resolver un problema de distintas maneras, compartir distintas resoluciones entre colegas, identificar los conceptos y procedimientos que se despliegan en cada resolución, comparar la elegancia de argumentos y la economía de esfuerzos y recursos, fortalecen matemáticamente al profesor y lo dejan mejor posicionado para entender, y eventualmente reorientar, los razonamientos de sus alumnos.

La Fundación Olimpiada Matemática Argentina (OMA) organiza encuentros de actuación matemática cuyo objetivo es que los alumnos de escolaridad primaria y secundaria descubran sus aptitudes teniendo un contacto real con el quehacer propio de la disciplina. Entre sus principales eventos se encuentran la Olimpiada Matemática Ñandú y la Olimpiada Matemática Argentina, la primera para la Educación Primaria, la otra para la Educación Secundaria. Cada una de ellas está organizada en tres niveles etarios y consiste en seis certámenes escalonados desarrollados a lo largo del año –Escolar, Interescolar, Zonal, Regional, Provincial y Nacional– en el que participan voluntariamente alumnos de todo el país. También

mantiene vinculaciones con diversas competencias internacionales en las que participan alumnos que alcanzan a aprobar el certamen nacional del año anterior.

En el sitio de la Olimpiada Matemática Argentina (oma.org.ar) se encuentran numerosos enunciados de problemas aplicables a los distintos niveles etarios de alumnos de Educación Primaria y Secundaria, con variados grados de complejidad.

La propuesta de capacitación docente consiste, entonces, en que en cada escuela se organicen talleres o encuentros periódicos de docentes que resuelvan problemas del abundante banco de problemas de OMA, sostenidos en el tiempo a través del año escolar. En esos espacios los docentes compartirán sus dudas, estrategias, resoluciones, recursos y podrán reflexionar en forma colectiva sobre los contenidos, procedimientos y habilidades empleados o necesarios en cada caso.

En la medida que los directivos de las escuelas se involucren en la organización, seguimiento y evaluación del grado de compromiso de los docentes participantes, el desempeño satisfactorio en este recorrido debería tener algún tipo de certificación o reconocimiento.

Desde luego pueden emplearse problemas de alguna otra institución de referencia para los docentes, que tenga un abundante banco de problemas matemáticos para los diferentes niveles de la educación obligatoria. Hemos mencionado los de OMA por la histórica tradición de calidad y abundancia de sus propuestas.

También porque una posible y deseable consecuencia de la actividad que estamos proponiendo es que los docentes que la hayan sostenido en un período importante de tiempo, por ejemplo durante todo un año escolar, actúen en años subsiguientes como dinamizadores de la participación de algunos de sus alumnos, los que elijan hacerlo, en los certámenes de primaria o secundaria, según corresponda, orientándolos y entrenándolos para las mismas y logrando que descubran el gusto por el quehacer matemático más allá del trabajo en el aula de clases.

La oportunidad de los alumnos de compartir con jóvenes de otras escuelas, y de otras localidades, una actividad que les entusiasma, intercambiando experiencias de resoluciones personales, es gratificante para ellos y para los docentes que los entrenan y acompañan. Este tipo de trabajo también estimula tempranamente vocaciones hacia esta disciplina. De hecho muchos de ellos eligen luego estudiar Profesorado en Matemática o Licenciatura en Matemática, o ambas carreras.

- Propuesta de formación entre colegas en servicio: ciclo en el que docentes experimentados socializan a docentes noveles, comparten saberes, se abren a inquietudes, los guían, los supervisan.

La conformación de comunidades de profesionales que comparten experiencias, expectativas, retos, proyecciones, concepciones, percepciones,

sentires, saberes... reconforta y otorga identidad así como sentido de pertenencia a sus integrantes.

En este marco se pondera favorablemente que, ubicados en una escuela, docentes experimentados (quienes tienen mayor antigüedad en la docencia) socialicen sus materiales y propuestas de enseñanza de la Matemática con los docentes noveles (en los cinco primeros años de actuación profesional), los asesoren en la elaboración de actividades intelectualmente exigentes y los acompañen en algunas clases de Matemática, observándolos y ayudándolos en el análisis de las resoluciones de situaciones que se presentan en el aula.

Esta guía-supervisión-acompañamiento situado y personalizado de enseñanza de la Matemática por parte de experimentados a noveles tiene la intención de poner en valor la transferencia de experiencia sobre efectivas prácticas de actuación docente entre colegas. Es una capacitación en la acción de gran valor y efectividad.

Desde luego este tipo de acciones pueden estar dándose en forma espontánea, entre colegas de una misma escuela, de manera solidaria y desinteresada. Pero estamos señalando la conveniencia de institucionalizar este tipo de acciones, dándoles un marco orgánico de funcionamiento en el que los directivos deberían tener un importante papel como organizadores y certificadores de su realización.

- Propuesta: jornadas de experiencias educativas innovadoras entre instituciones de un mismo radio de influencia.

En esta línea también resulta saludable, para valorar las prácticas y enriquecerlas, tener la posibilidad de sistematizarlas y comunicarlas, en el sentido de compartirlas con otros en condiciones relativamente similares, esto es, otros profesores de la especialidad en el nivel.

De allí que una posibilidad factible es la realización de una jornada anual entre escuelas de un cierto radio de influencia en la que se socialicen experiencias educativas innovadoras –en el sentido de novedosas para el contexto– de enseñanza de la Matemática, pudiendo puntualizarse aspectos logrados y otros a seguir pensando para mejorar.

¿Qué pasó, por ejemplo, en el año en curso cuando hubo dificultades con la interpretación de enunciados de problemas matemáticos?, ¿para qué contenidos y habilidades se usó software?, ¿qué actividades se realizaron con los cuerpos geométricos?, ¿qué detenimiento matemático ameritaron las vinculaciones con la realidad que se efectuaron a partir de viajes escolares?, ¿cómo se presentaron la ecuación de 2do. grado y su resolvente?, ¿en cuáles elementos de la naturaleza y del arte se mostraron o verificaron la “presencia” del número de oro?, ¿cuáles experiencias de probabilidad experimental se realizaron?, ¿cómo se organizó la medición de la altura de un árbol cercano a la escuela utilizando un palo y el Teorema de Thales?, ¿dónde está, y de qué modo intervino la Matemática en un determinado trabajo interdisciplinario realizado con docentes de otras áreas?...

La dinámica de funcionamiento puede contemplar mesas de trabajo donde los profesores de un mismo año escolar de distintas divisiones y de distintas escuelas compartan experiencias y actividades en relación con algún aspecto de la enseñanza de algún tema de Matemática. Puede acompañarse mediante posters que sintetizen y muestren aspectos destacados de la actividad realizada.

También la dinámica puede contemplar la predefinición de ejes temáticos vinculados a los puntos neurálgicos de la Matemática, para el nivel respectivo, que marcamos en apartados anteriores del documento.

Una vez más en la organización y realización de este tipo de actividades, de potencial fuerte impacto en mejoras educativas, intervienen en alto grado los directivos de las escuelas, actuando directamente o designando a algún docente que se haga cargo de la tarea global en su nombre.

En todas las propuestas presentadas resulta necesario conocer, desde el momento de la convocatoria, cuál es el objetivo de la capacitación, cómo se llevará a cabo, quiénes son sus destinatarios (especificidad de ciertos grupos de docentes), mediante qué seguimiento se va a ir efectivizando, en qué beneficia a sus participantes, qué se espera de ellos y, a su vez, qué pueden ellos esperar de tal acción de capacitación.

El responsable natural y principal interesado en la realización de actividades de capacitación docente debiera ser el Estado, estableciendo en cada caso quiénes actuarían en su representación en el momento de la organización, puesta en juego y supervisión del desarrollo de esas acciones. Reparticiones ministeriales, supervisores, directivos de escuelas o de instituciones formadoras de docentes, docentes especialmente designados, pueden generar y/o intervenir en el diseño y ejecución de estas actividades de capacitación, siendo crucial la coordinación armoniosa entre organizadores y destinatarios y el compromiso ineludible de todos ellos.

También es el Estado el responsable de la revisión y actualización de diseños curriculares, de la formación docente y de la escolaridad obligatoria, procurando adaptarlos a las necesidades actuales de la sociedad a la que representa.

Entre esas necesidades está la de disponer de la Matemática como una herramienta intelectual con la cual abordar situaciones problemáticas de muy diferentes contextos y desarrollar nuevas opciones de bienestar y crecimiento social e individual.

En Enero de 2019 el diario español El País Semanal publicó un artículo de G. Abril¹³ denominado *Las mentes matemáticas mueven el mundo* cuyo copete señalaba: “En la era de los algoritmos, la supercomputación y el *big data*, las matemáticas se han convertido en una de las disciplinas más prestigiosas y

¹³ Abril, G. (20/01/2019). Las mentes matemáticas mueven el mundo. *Diario El País*. Disponible en: https://elpais.com/elpais/2019/01/15/eps/1547557079_800501.html.

demandadas. En la Universidad, la carrera vive un auge sin precedentes y sus alumnos se han vuelto clave en todo tipo de sectores. Se les requiere en finanzas, en biomedicina, en la industria petrolífera. Este es un viaje desde las aulas hasta las salas de mercado de la banca de inversión para comprender cómo las conjeturas y teoremas están transformando el planeta”. En el artículo se reseña brevemente la carrera de diferentes profesionales cuyo trabajo es de base prioritariamente matemática.

No caben dudas respecto a la creciente vigencia del carácter utilitario de la Matemática y, por ende, de la necesidad de seguir procurando la mejora de su enseñanza, tanto en la escolaridad obligatoria, garantizando el derecho a su acceso a la población en general, como en las carreras de formación docente y otras de Educación Superior. En todos los casos es deseable que en las aulas coexistan la claridad y completitud de los aspectos técnicos con la emoción que despiertan la creatividad y pulcritud de razonamientos requeridos para superar los desafíos que su estudio involucra.