

# FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN CHILE

Arturo Mena Lorca<sup>(\*)</sup>

## Resumen

Pasamos breve revista a la situación general de la educación de la Matemática en el país (política educacional, elementos de diagnóstico global del sistema, convergencia de los actores); contrastamos y comparamos los aspectos disciplinarios y los pedagógicos de la enseñanza; aseveramos la necesidad de considerar conceptos didácticos propiamente tales; señalamos elementos de carácter epistemológico (tanto en relación con las metodologías como del conocimiento acerca de la enseñanza). Expresamos la necesidad de avanzar de manera consistente (análisis de datos obtenidos experimentalmente, exigencia de marcos teóricos, inclusión de los actores). Respecto de la formación de los profesores de Matemáticas, proponemos un *desideratum* –la transposición didáctica– y un par de caminos de acción: la Ingeniería Didáctica y el Estudio de Clases.

**Palabras-clave:** Didáctica de la Matemática, transposición didáctica, Ingeniería Didáctica, Estudio de Clases, Matemática Educativa.

## Abstract

We give a glimpse of the general situation of Mathematics education in the country (educational policies, elements of global diagnosis of the system, actors' convergence); we compare and contrast the disciplinary and pedagogical aspects of teaching; we claim that it is necessary to consider didactical concepts *stricto sensu*; we point out some elements epistemological in character (both in connection with methodologies and with teaching knowledge). We express the necessity of advancing in a consistent way (analysis of experimentally gotten data; requirement of theoretical frames, inclusion of the actors). On the Mathematics teachers' training, we propose a *desideratum* –*la transposition didactique*– and a couple of ways of action: Didactical Engineering and Lesson Study.

**Key words:** Didactics of Mathematics; didactical transposition, Didactical Engineering, Lesson Study.

## Introducción

Varios acontecimientos importantes en educación en el país han ocurrido en el último tiempo, que nos indican a la vez nuevas urgencias para problemas antiguos y la necesidad de implementar estrategias comunitarias para abordarlas.

En lo que sigue, pasamos breve revista a los sucesos más importantes y a la situación en general, comentamos algunos aspectos y enunciamos algunas propuestas para avanzar en el asunto.

## Política educacional reciente

En materia de educación, las políticas de los gobiernos recientes han seguido una estrategia que tiene tres etapas:

La primera se orientó a las condiciones para el trabajo docente, lo que comportó mejoras en la infraestructura y aumento de sueldos a los profesores.

La segunda incluyó el establecimiento de la jornada escolar completa, la reforma del currículo y programas para implementación del nuevo, con apoyo, principalmente, de las universidades.

La tercera etapa consistió en la reformulación del sistema de medición de la calidad (SIMCE); en la incorporación del país a las mediciones PISA y TIMSS, y en ajustes y cambios en la formación inicial de profesores –la cual, como se sabe, en nuestra nación es atributo de cada universidad–.

Todo ello ha significado más que triplicar la inversión del país en educación.

## Diagnóstico a la educación chilena

Para ver los resultados de esta política hace falta, naturalmente, esperar un plazo prudencial. Ello no obstante, ha habido acontecimientos que reclaman urgente solución.

Como parte de la estrategia que describimos y con el afán de situar a Chile en el escenario educacional global, el Gobierno anterior solicitó a la Orga-

<sup>(\*)</sup> Instituto de Matemáticas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, arturo.mena@ucv.cl

nización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, un informe acerca de nuestro sistema de educación. Ese informe se tituló "Chile, Políticas Educativas" y fue entregado en una ceremonia que se realizó a comienzos de 2004.

El reporte usa los antecedentes proporcionados por las autoridades chilenas y otros obtenidos por los autores del reporte, a través, por ejemplo, de visitas a establecimientos educacionales.

El informe encontró, naturalmente, falencias, refiriéndose una de las más notables y determinantes a la formación de profesores. Al respecto, señaló: hay falta de conexión con el sistema escolar –en particular, en el propio currículo de pedagogía–; la inducción de principiantes es muy débil –y frustra los intentos de innovación–; la formación en Matemáticas es insuficiente; hay que mejorar las prácticas docentes y la evaluación de aprendizajes en el aula.

El reporte agrega que un porcentaje demasiado alto de los profesores de Matemáticas y de Ciencias no sólo no sabe las materias, sino que no tiene confianza en lo que hace, y que esta circunstancia afecta, en ciertos niveles, a la mayor parte de los estudiantes del país.

### **Preocupación nacional**

Como es evidente, estos asuntos se han convertido en temas de preocupación ciudadana: la cuestión a todos nos afecta, y la materia es –en principio– opinable.

La discusión al respecto contiene, naturalmente, aspectos políticos y técnicos, que no siempre se distinguen y ponderan debidamente. Esto presenta una dificultad de importancia, pues ciertamente una cosa es alcanzar consenso acerca de que un problema debe resolverse, y otra muy distinta y que requiere de preparación es saber cómo abordar su solución o, al menos, cómo entenderlo en profundidad suficiente para poder identificar los obstáculos y complejidades que se deben enfrentar. Una cierta impaciencia por la falta de solución inmediata, entendible y positiva para iniciar un proceso, puede también manifestar falta de discernimiento y aun entorpecer la puesta en marcha de caminos de mejora.

### **Coyuntura favorable**

En cualquier caso, nos parece que el país está en una buena coyuntura: los Gobiernos han estado impulsando políticas educacionales estables e in-

virtiendo en ellas; el tema está instalado en la agenda ciudadana, y hay también otras circunstancias favorables.

Una de ellas, que atañe a la problemática educacional de la Matemática, consiste en que, desde hace algún tiempo, un número apreciable de matemáticos y educadores, convencidos en mayor o menor medida de que el problema es de tal magnitud que no es posible resolverlo sin convocar para el efecto a los distintos actores, está buscando avenidas comunes de abordaje a la cuestión.

Esta circunstancia, ostensible, por ejemplo, en esta reunión, es, sin embargo, ciertamente novedosa, además de oportuna, pues ha habido demasiado divorcio entre unos y otros actores, en el pasado próximo con consecuencias que son fáciles de visualizar. (Una de ellas, particularmente notoria, es la pobre calidad matemática de textos de estudio generados en el país o importados desde el extranjero con los que muchos estudiantes han estudiado hasta fecha reciente –y, naturalmente, aprendido errores difíciles de erradicar–: las críticas que pueda haber a los textos actuales se sitúan en otro plano).

### **Aspectos disciplinarios y pedagógicos**

Respecto de la formación de profesores de matemáticas, ella consta necesariamente, como se sabe, de aspectos disciplinarios y aspectos pedagógicos, ambos necesarios.

Cuánto de cada área debe incluirse en el proceso de formación es un problema que merece examen.

Precisamente, el proyecto de Estándares que hoy nos convoca tiene una propuesta acerca de la Matemática que debería abarcarse en un programa de formación de profesores en la disciplina. La propuesta, han dicho sus autores, es un punto de partida en una discusión que aún no ha terminado, pero, agregamos, tiene ciertamente el mérito de poner el tema sobre la mesa y el de encarar con decisión la excesiva heterogeneidad de las carreras de pedagogía en el área. El asunto aquí es que, según muestran los estudios, no se puede decir que cada programa de Pedagogía en Matemáticas esté realmente respondiendo a los requerimientos actuales, y que una buena estrategia para remediar esta situación es avanzar hacia propuestas compartidas en lo sustantivo. Por supuesto, hay cierta distancia entre un *desideratum* y lo que realmente puede alcanzarse en esta etapa del desarrollo.

Ahora bien, cuánto del área pedagógica debe incluirse en la formación de un profesor es algo que tampoco es obvio, y hay, naturalmente, distintas posiciones.

Acerca de esta cuantificación, las distintas instituciones formadoras han alcanzado acuerdos político-académicos internos, siendo particularmente notoria la incidencia que tiene, al respecto, el hecho eventual de que una carrera determinada esté adscrita ya sea a una Facultad de Ciencias o una de Educación<sup>1</sup>.

Por otra parte, no debe olvidarse que el cuánto de cada área se incluya en la formación de profesores no puede depender de las preferencias de los diferentes actores, sino responder a la cuestión de la *pertinencia* de los estudios –y que debe considerarse, naturalmente, en una óptica de formación continua–.

### Didácticas general y específicas

La cuestión de los aspectos pedagógicos y matemáticos en un programa de Pedagogía en Matemáticas no puede ya abordarse en la concepción de que habría una didáctica general y varias didácticas específicas, una para cada ámbito de la enseñanza. La didáctica general se encargaría de los aspectos educacionales generales (filosóficos, sociológicos, psicológicos...), y la específica consistiría en “metodología” de enseñanza de una disciplina determinada –entendida en un sentido que difiere de la Metodología de las Ciencias en su acepción filosófica–.

Dicha manera de pensar ha sido largamente superada por los hechos, y el propio Consejo de Decanos de las Facultades de Educación del Consejo de Rectores la ha abandonado<sup>2</sup>. Por lo demás, el informe de la OCDE indica claramente que un alumno chileno de pedagogía puede aprender la disciplina y puede aprender cómo enseñar, pero que no aprende cómo ‘enseñar esa disciplina’ –y, por tanto, la esperanza de que ese alumno sea capaz de realizar una síntesis armoniosa entre didáctica general y didácticas especiales no pasa de ser una ilusión–.

Llama entonces poderosamente la atención que algunos expedientes de importancia para el debate no parezcan haber avanzado suficientemente en esta dirección. Por ejemplo, el documento que se presentó en el llamado “Encuentro Nacional: Propuestas de Políticas para la Formación Docente”, en octubre del año recién pasado, no considera que el progreso en los aprendizajes matemáticos tenga

relación alguna con la formación propiamente matemática de los futuros profesores en el área, sino que sería el fruto solo de avance en cuestiones metodológicas, o bien ‘educacionales’ en el sentido amplio<sup>3</sup>.

Hay que agregar, al respecto, para el análisis, que las metodologías que se ofrecen en relación con las didácticas específicas pueden carecer de datos comparativos y de marcos teóricos que los avalen. Es digno de notar, al respecto, que, en el Foro Global de Educación de octubre último, un personero de la OCDE repitió un *motto* que se ha venido oyendo en esas reuniones: “Sin (análisis de) datos, usted es sólo otra persona con opinión”<sup>4</sup>. Tal afirmación nos parece incompleta, pues desconoce, de facto, avances teóricos tales como los que reseñaremos más adelante, pero es verdad que, en esta materia, el país necesita más que opiniones sin asidero explícito.

En adición a lo anterior, la superación de la división en didácticas general y específicas entraña el que, para verdaderamente responder a las exigencias actuales de la formación de profesores, no basta con la sola buena voluntad de quienes, en las distintas universidades, están a cargo de esa formación, ni solo buenos acuerdos de política universitaria interna de cada institución que forma profesores de Matemáticas.

### Convocar a todos los actores

Dados la complejidad del asunto y los cambios en los modos de pensar que requiere, parece natural esperar que, a cada reunión en que el tema de las pedagogías en (Ciencias y) Matemáticas se trate públicamente, se invite a personas de todos los sectores que pueden aportar –funcionarios del Ministerio, profesores, especialistas en educación, matemáticos, y otros–, para realizar un trabajo multidisciplinario. La simplicidad de esta conclusión contrasta lamentablemente con el hecho de que en tales ocasiones<sup>5</sup> no siempre se convoque a representantes del Consejo Nacional de Decanos de Ciencias, responsables también –y muchas veces directos, según señalábamos– de esas carreras.

Aunque parezca increíble, parece necesario agregar, en relación con esto último, que hay quienes

<sup>1</sup> Si se toma el conjunto de carreras de pedagogía en Ciencias y en Matemáticas al interior de Consejo de Rectores de Universidades Chilenas, se encontrará que hay tantas adscritas a Facultades (o similares) de Educación como de Ciencias; algunas tienen dependencia compartida y otras están a cargo de vicerrectorías académicas.

<sup>2</sup> Según declaración de sus máximos representantes.

<sup>3</sup> Hicimos un público llamado de atención al respecto.

<sup>4</sup> “Without data, you are just another person with an opinion”. Andreas Schleicher.

<sup>5</sup> Lo que no puede atribuirse a descuido, pues hemos manifestado e insistido, de manera pública y reiterada en este asunto.

pueden aportar a lo largo de todo el país, y que el problema no afecta solo a la metrópoli ni depende solo de ella. El reciente documento llamado “Encuentro Nacional...” citado más arriba, por ejemplo, en contradicción ostensible con su propio apelativo de nacional, contó con una proporción indecorosa de 8% (ocho por ciento) de especialistas de regiones consultados<sup>6</sup>.

Es necesario entender realmente que el problema desborda a actores e instituciones tomados individualmente o en asociaciones parciales. Pretender que es patrimonio de unos pocos en ausencia de evidencias de que ellos hayan logrado una solución satisfactoria para el país es hacerse responsable, ante él, de la falta de avance en esta materia.

### Matemáticas ‘versus’ Educación

Decíamos que hoy se ve a matemáticos y educadores sentados a una misma mesa, lo que es real y muy bueno para el país. Sin embargo, no parece aún suficiente, pues es bien posible encontrar a matemáticos y a educadores que no participan de una mirada integradora de los distintos esfuerzos.

Aun cuando es difícil describir apropiadamente esta circunstancia, nos atreveremos a señalar toscamente el asunto para sugerir una reflexión en este sentido:

Hay educadores que deploran que algunos matemáticos se muestren insensibles a aspectos que estiman necesarios de considerar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, y que den la impresión de que piensan que el problema tiene fácil solución: bastaría con imponer mayores exigencias; la culpa la tendrían la ignorancia de los profesores y la flojera de los alumnos; no habría que innovar, pues por mucho tiempo se ha enseñado de manera ‘tradicional’, con buen éxito.

El conocimiento insuficiente de parte importante de los profesores está bien documentado, pero, ciertamente, se trata de procurar soluciones de fondo, que posibiliten que los alumnos (y esos profesores) puedan aprender (más y) mejor<sup>7</sup>. Por otra parte un escenario de educación masiva presenta una problemática diferente de la de la formación de una elite (y, si se trata de una elite intelectual, podría ser un error atribuir el buen éxito en los aprendizajes a competencias pedagógicas auto-atribuidas). Finalmente, la queja de que los alumnos no hagan

los esfuerzos debidos (y que ya no respeten a sus mayores, etc.) la encontramos ya en Séneca, y hay una en términos muy parecidos en una tableta babilónica de alrededor del año 3.000 a.C.: como se ve, quejarse no es excesivamente original –pero, más importante, tampoco fructífero–.

Hay también matemáticos y científicos que rechazan críticas que se diría de corte fundamentalista provenientes del sector educacional, en el sentido de que aquellos carecerían de nociones acerca de cómo abordar una clase de su propia disciplina (!). Esto último ni siquiera requiere de argumentos en contra, pero tal vez sea conveniente no dejar sin decir que los matemáticos aportan el conocimiento de la disciplina, de su importancia, de los acentos que hay que hacer en una época como ésta, y que no comprender su irremplazable contribución a la enseñanza de su ciencia significa de hecho auto-desqualificarse en el debate<sup>8</sup>.

Un aspecto significativo de la dificultad que existe para aunar puntos de vista tiene carácter lingüístico y/o conceptual: en efecto, los educadores no siempre logran comprender las razones que exhiben los matemáticos sobre su disciplina, y, por otra parte, estos últimos suelen expresar que la discusión que llevan aquéllos se oculta tras una terminología de difícil acceso.

Entre los dos extremos de asignar importancia sólo a la disciplina o sólo a la ‘educación’ en un sentido genérico, creemos que hay espacio para escucharlos y aprender verdaderamente, unos de otros

### Matemática y Ciencias Sociales

El anterior no es, nos parece, el mayor obstáculo que deben superar los matemáticos para participar en esta tarea. En efecto, la exactitud de su ciencia les hace particularmente difícil aceptar una aproximación al saber alejada de su paradigma de origen determinista –aun cuando sea ya evidente que la epistemología de las Ciencias y la de la propia Matemática contemporánea hayan ampliado bastante la mirada–.

Sobre el particular, habría que recordar tanto el hecho consabido de que el intento de mejorar la enseñanza de la Matemática en la década de los 60 –la ‘Matemática Moderna’– por la sola vía de organizar mejor los contenidos en una arquitectura más

<sup>6</sup> Se trata de un documento que tiene, claro, virtudes y que estaría, por otra parte, implícitamente respaldado por el amplio conjunto de rectores que asistió a firmar un importante acuerdo acerca de la formación de profesores el día en que se lo presentó. Nos ha parecido necesario, sin embargo, señalar los dos aspectos que hemos apuntado en este trabajo, por su relevancia en lo que se refiere a la circunstancia en que se realiza el debate.

<sup>7</sup> En cualquier caso, no nos parecen serias las propuestas que algunos entusiastas de la competitividad han hecho públicamente, asumiendo ingenuamente que un escenario de mayor inestabilidad laboral se traducirá automáticamente en aumento del conocimiento científico de los profesores.

<sup>8</sup> En pro de la claridad del argumento, omitimos momentáneamente una referencia más precisa a la Didáctica de la Matemática –o Matemática Educativa

coherente y unificada fue un fracaso en todo el mundo, como el suceso menos conocido de que, hacia la década de los 80, la investigación en educación matemática abandonó por insuficiente la predominancia de investigaciones que buscaban respuestas a la problemática de la enseñanza y el aprendizaje solo al modo cuantitativo.

### Tres facetas de la discusión

Ya adentrándonos en esa problemática en nuestro país, encontraremos, seguramente, tres aspectos de importancia, que se entrecruzan, que están ligados pero cuya consideración en conjunto no se encuentra habitualmente. Dos de ellos han sido ya mencionados.

Uno es el de los datos, en el sentido del 'análisis de datos', que nos clarifican la situación en que estamos: mediciones, comparaciones internacionales y similares, que se suelen considerar un ámbito de la investigación educacional en sentido amplio. No poner atención a este aspecto comportaría, por una parte, cierta auto-referencia indebida y que conlleva a renunciar a la pertinencia de los propios esfuerzos, y, por otra, la posibilidad eventual de proseguir modalidades ya superadas por otras que ofrecen mayor esperanza.

Otro es el de las metodologías de aula (y elementos anexos) que tienen mejor éxito en favorecer los aprendizajes de los alumnos. Tales prácticas deberían estar respaldadas a su vez por datos, particularmente, por estudios comparativos de carácter internacional. En este ámbito, esos estudios señalan algunos ejemplos interesantes y sobresalientes, como ser Finlandia y Japón. (La modalidad finlandesa, dadas la escasa cantidad de alumnos de sus cursos, la ausencia de un currículo común y la dotación tan completa de sus establecimientos —particularmente, en profesionales—, parece muy difícil de intentar por nuestro país. La japonesa merece un comentario más detallado, que diferimos por ahora). Los estudios muestran, además, que ciertos patrones que se puede haber estado tratando de seguir no son, en realidad, todo lo exitosos que sus proponentes afirman.

Un tercer aspecto es el de la investigación concebida como estudio experimental y, por cierto, con marcos teóricos adecuados, de lo que sucede en el aula y en los otros elementos que constituyen el sistema educacional, así como de sus relaciones recíprocas: lo que se suele llamar, propiamente, Didáctica de la Matemática.

### Didáctica de la Matemática

La Didáctica de la Matemática es un empeño que ha surgido de varias latitudes, pero que tiene su representante más relevante —y que origina tal denominación— en la *Didactique* de la escuela francesa. Otro representante del mayor interés para nosotros es la *Matemática Educativa* de México, tradición hoy en día la más relevante de la América española.

Se trata de una reflexión que se lleva a cabo desde y al interior de la Matemática, e, incluso, en departamentos, institutos y facultades de Ciencias y de Matemáticas.

Hay contribuciones teórico-experimentales que permiten clarificar y abordar la problemática en estudio. A manera de ilustración, excesivamente somera: qué tipo de situaciones matemáticas son las más apropiadas para producir aprendizajes; cómo es que el saber matemático se convierte en un conocimiento apropiado para el alumno; cómo se entrelazan las múltiples maneras en que la matemática se refiere a sus objetos de estudio y qué posibilidades y dificultades ello entraña para el aprendizaje; cómo se puede enfrentar un diseño de clases a partir de la propia matemática involucrada en cada tema<sup>9</sup>.

La Didáctica procura, entre otras cosas, comprender por qué se producen las dificultades en los aprendizajes. Habitualmente, esto último se mira en la óptica de lo que hace el profesor y, más en general, el sistema educacional, por una parte; las posibilidades y dificultades de los alumnos, por otra, y la mutua interacción entre estos actores. Esa óptica es importante, por supuesto, pero se olvida, sin embargo que tales actores se relacionan en función de un *saber*, al que hay que considerar explícitamente, pues es fácil comprobar que no es el saber de los científicos el que se lleva al aula, sino que hay un proceso de *transposición* de ese saber en uno apropiado para la educación, en sus distintos niveles.

### Una dimensión que agregar

Si volvemos sobre nuestra temática central, como país, a propósito de la enseñanza y aprendizaje de la Matemática, encontraremos que esta última perspectiva añade una dimensión indispensable a pesar de su relativa ausencia en la discusión.

Esa dimensión da cuenta de fenómenos que están fuera del alcance de quienes se dedican a las llama-

<sup>9</sup> Tales avances se deben a los investigadores franceses Guy Brousseau, Yves Chevallard, Raymond Duval y (en medida importante) Michèle Artigue, respectivamente.

das ciencias de la educación: cuando se trata de que un alumno aprenda matemáticas, las dificultades que enfrenta no pueden resolverse por el solo hecho de que haya una motivación suficiente, una dedicación apropiada del profesor, un haber llenado genéricamente los requisitos para enfrentar el nuevo conocimiento. Por el contrario, hay ciertas cuestiones que pertenecen, intrínsecamente, a la Matemática misma, a su expresión en la enseñanza, a su historia, a su epistemología, que aparecen cuando se aborda ese conocimiento.

Por ejemplo, si se trata de aprender el concepto de límite, la historia muestra cómo fue que, con dificultades, la Humanidad avanzó trabajosamente desde las nociones primeras enunciadas por Eudoxio y desarrolladas por Arquímedes, hasta el uso virtuoso pero sin fundamento suficiente de los matemáticos del siglo XVII (Fermat, Leibniz, Newton) y a la definición formal de Weierstrass recién a fines del siglo XIX: es razonable, por tanto, pensar que, a pesar de que hoy en día las teorías provean de expresiones distintas, más claras y más coherentes que las antiguas, los alumnos seguirán experimentando dificultades en su aprendizaje del concepto y de su uso. (A esto hay que agregar, por cierto, que el proceso histórico de formalización de la disciplina añade dificultades ulteriores al aprendizaje de los neófitos).

### **Necesidad de la Didáctica**

Hay que notar que tanto quienes se ocupan de la educación en general como de las disciplinas en las que se apoyan (Psicología, Sociología, Historia, las disciplinas pedagógicas) no sólo no perciben el tipo de fenómeno al que acabamos de aludir, sino que no tienen, de suyo, algo de importancia directa que aportar al respecto: se necesita que personas que conozcan la Matemática se encarguen de esta dimensión, propiamente didáctica.

Es necesario, por tanto, hacer una diferencia entre lo 'pedagógico' y lo propiamente 'didáctico'. Tal diferencia es fácil de percibir en un ejemplo: si un profesor tiene una actitud beligerante ante sus alumnos, o desconoce la realidad socioeconómica que impacta en sus rendimientos, tendrá un problema pedagógico; pero si propone a la clase un problema o un concepto para el cual ella no está preparada, o bien no considera en su planificación cuáles dificultades matemáticas presentan ese problema o ese concepto, tiene entonces un problema didáctico. No se trata de una distinción de menor importancia.

Omitir la dimensión didáctica equivale en cierto modo a pensar que la enseñanza de la Matemática

puede resolverse de la misma manera que la de alguna otra disciplina, e ignorar con ello deliberadamente la diferencia ostensible que manifiesta respecto de otras áreas del conocimiento, tanto en su génesis como en su estructura, su método y su carácter formal.

### **El oficio de profesor**

Las consideraciones anteriores nos llevan naturalmente, creemos, a preguntarnos sobre naturaleza del oficio (la profesión) de profesor, en el sentido de cuáles son sus componentes fundamentales, cuestión ésta que dice relación con la antigua pero siempre clarificadora noción aristotélica de objeto material y objeto formal de un *estudio*, en su sentido amplio.

Si se compara esta profesión con otras, hay algo que surge de inmediato a la mirada: un ingeniero, por ejemplo, se distingue por un método que le acompaña en sus diferentes ocupaciones; un médico se diferencia a su vez por el método clínico —cuyos elementos, burdamente expresados, incluyen examen y evaluación, diagnóstico, tratamiento, pronóstico, control—. Un profesor, sin embargo, nos aparece como una persona que ha aprendido algo de varias disciplinas, que no es especialista en alguna, y que debería hacer, de alguna manera incierta, una síntesis profunda de ellas para enfrentar su cometido.

Desde nuestro punto de vista —el del Instituto de Matemáticas de la Universidad Católica de Valparaíso y sus programas de Pedagogía y de Magíster en Enseñanza de las Ciencias con mención en Didáctica de la Matemática— lo que debe caracterizar a un profesor es su capacidad de hacer *transposición didáctica* del conocimiento cuyo aprendizaje por parte de los alumnos se le encarga: él debe situarse ante un saber que conoce, y convertirlo en un saber de aula, accesible a los alumnos. Ello supone, por cierto, conocimiento del tema matemático en un nivel que le dé independencia —por ejemplo, respecto de los textos que puede examinar y eventualmente ocupar—.

Según los estudios que hemos citado reiteradamente, sin embargo, no parece que estemos en condiciones de lograr de inmediato tal competencia en forma masiva. Ello no significa, por cierto, que debamos renunciar a ello. El propio proyecto de Estándares funciona también, según creemos, de esta manera: no enuncia los estándares que podemos conseguir a breve plazo, sino aquellos a los cuales, según sus autores, debemos apuntar.

## Cómo proceder

Desde luego, hay que abrir los espacios para que haya instancias como ésta de diálogo para que prosperen esfuerzos mancomunados, ya sea de universidades entre sí, de ellas con el Mineduc o con los establecimientos de educación primaria y educación secundaria, y, ciertamente, de todos estos actores –y aun de otros– en conjunto.

Se trataría, en lo posible, de armar un movimiento nacional al respecto, con instancias de compartir conocimiento, de avanzar en la investigación, de tomar parte comunitariamente, en propuestas metodológicas.

Sobre este último aspecto, hay dos modalidades que considerar necesariamente: la *Ingeniería Didáctica* y el *Estudio de Clases*.

### Ingeniería Didáctica

La *Ingeniería Didáctica* es una metodología formulada por la escuela francesa de Didáctica y a la que ha aportado en medida significativa Michèle Artigue, que sirve como modelo para diseñar y compartir experiencias exitosas en áreas específicas de la Matemática. Usa el término ‘ingeniería’ sólo para indicar la naturaleza del estudio y de la acción que propone realizar: un ingeniero suele abordar fenómenos que tienen complejidades adicionales a las de los problemas científicos.

Se propone abordar dos cuestiones cruciales para nuestra discusión: la relación entre la investigación y la acción en el sistema de enseñanza, y dar lugar a las ‘realizaciones didácticas’ en clases, en el seno de las metodologías de investigación. Se sitúa ante un objeto de enseñanza ya instalado, y se pregunta cuáles serían las razones o motivos para modificarlo, las dificultades esperables, cómo superarlas, cómo determinar el campo de validez de las soluciones propuestas.

En un ejemplo un tanto clásico, se pregunta por las ecuaciones diferenciales: Primero, registra que su enseñanza se da en marcos algebraico, numérico y geométrico (cualitativo), y que se privilegia, indubidablemente, el algebraico. Analiza las dificultades: la de la motivación (problema de los tres cuerpos, e.g.: muy complejo); la del tener que usar derivadas para estudiantes que aun no tienen claro el concepto de función; la imposibilidad de *algoritmizar* el enfoque cualitativo. Su propuesta es abrir a lo geométrico y numérico, explicitando la articulación entre los marcos de resolución, enfatizando la resolución de problemas, recurriendo a herramientas informáticas y haciéndose cargo del paso de lo algebraico a lo cualitativo.

La descripción que acabamos de hacer es excesivamente tosca y fragmentaria, pero la incluimos para mostrar la distancia que hay entre este tipo de estudio y propuesta y lo que habitualmente se llama “metodología” o “didáctica específica”.

### Estudio de Clases

El *Estudio de Clases* es una metodología de trabajo comunitario que se originó en Japón:

Profesores de enseñanza básica o media planean en conjunto alguna o algunas clases expresamente escogidas, muchas veces en colaboración con académicos de las universidades que forman profesores y con supervisores escolares. Las clases que se preparan se realizan, con la presencia de observadores (tanto de la propia institución educacional como externos a ella). Luego se hace sesiones de explicación de los propósitos y contenidos de la clase y discusión con los observadores. Se replantea luego la clase, se la implementa una vez más y se repite la discusión, y se concluye.

Esta manera de trabajar permite que cada profesor aprenda a la vez tópicos de matemáticas y maneras de enseñar, y que colabore y contribuya con su experiencia al conocimiento del país en lo que se refiere a los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

Sus aires de renovación –particularmente, por lo que comportan de abrir las clases a la mirada de observadores– ya se dejan sentir en el país, a partir de un Convenio de colaboración suscrito entre los Ministerios de Educación de Chile y de Japón en relación con formación continua de profesores, y que involucra a 15 universidades que colaboran en postítulos para el segundo ciclo básico.

Las reservas que pudiese haber por el hecho de percibir las evidentes distancias culturales entre nuestros alumnos y los japoneses se desvanecen al observar que países de al menos tres continentes ya están intentando el Estudio de Clases con buen éxito.

### Metodología y aprendizaje

Las modalidades de Ingeniería Didáctica y Estudio de Clases nos pueden ayudar a compartir ciertos marcos metodológicos ya bien probados. En el ámbito de la formación continua de profesores (tan necesaria debido no sólo a los datos enunciados, sino también a la calidad cuestionable de algunos programas de formación de profesores que hemos tenido hasta fecha reciente), esto significaría no sólo la posibilidad de que los profesores compartan, como decimos, metodologías, sino que, en el

mismo proceso, aprendan más de la Matemática que deben enseñar.

El tema es, como sabemos, difícil, y la articulación entre los actores presenta también un grado considerable de dificultad, al que hemos aludido y que se manifiesta inevitablemente a poco andar. Sin embargo, confiamos en que el avance en el conocimiento de la Didáctica y de los análisis comparados de metodologías (al modo de los estudios de video del TIMSS, e.g.) aportará datos suficientemente convincentes para que podamos avanzar como país.

### **Competitividad e identidad**

El tema de la enseñanza de la Matemática tiene que ver, como sabemos, con nuestra competitividad como país.

Al respecto, es indispensable expresar que nuestro camino no puede consistir en limitarse a imitar lo que otros hacen, sino a usar los elementos que se nos ofrece para construir nuestra propia realidad educacional —lo que sería, por lo demás, una manera de refrendar un proceder *constructivista*—. Olvidarnos de ello no sólo comportaría alguna de suerte de colonialismo fomentado por nosotros mismos, sino también no haber entendido lo que los ejemplos de los países exitosos nos muestran: precisamente, el haber tomado elementos ajenos y haberlos desarrollado como propios.

### **El país y las personas**

No podemos, tampoco, olvidar que la enseñanza de la Matemática tiene que ver, también, con el progreso personal de cada alumno de nuestros colegios y universidades, como individuo, y que, en el caso de un estudiante de condiciones socioeconómicas deficitarias, esto es particularmente gravitante en lo que se refiere a sus oportunidades de crecimiento.

La tarea que nos hemos impuesto contiene entonces aun otro elemento de la mayor importancia. Tal vez la mejor manera de enunciarlo sea la que usó el actual Vicepresidente de la Sociedad Japonesa de Educación Matemática, tras una trabajada y discutida reunión de la Sociedad: el debate académico puede y debe ocasionalmente debe ser fuerte, pero si no hay corazón, no tiene mayor sentido.

Si bien esta última consideración agrega una dirección un tanto ortogonal a nuestra reflexión (ortogonalidad que señalamos para resguardarnos de una confusión indebida de los aspectos técnicos y políticos del análisis en relación con los vocacionales), nos parece, sin embargo, de mucha im-

portancia, pues, en definitiva, los esfuerzos en pro de una mejor educación se sustentan también en el compromiso que muchos profesores de aula toman con el desarrollo de sus alumnos. Lo que esos profesores y otras personas que dedican sus esfuerzos a la educación nos muestran es que una política de enseñanza no depende sólo de un buen diseño y de buenos acuerdos, sino también de una sintonía profunda y no meramente declarativa con los fines de la educación.

### **A manera de conclusión**

Dada la amplitud del tema, usamos el término conclusión sólo para indicar que estamos al término de este escrito:

Nuestra coyuntura, como decíamos, es buena; y lo es porque se ha creado las bases; porque estamos reuniéndonos los diferentes actores, buscando convergencias, y porque estamos abriéndonos a lo que el escenario internacional nos dice.

A ello agregamos que hay dos aspectos cuyo análisis y eventual experimentación son de suma conveniencia para avanzar sostenidamente, sobre aquella base, en la clarificación del problema y en la mejora de los aprendizajes de (profesores y) alumnos: Uno es el de la Didáctica de la Matemática, realizada desde la Matemática y al interior de ella, que nos ofrece un marco apropiado para el análisis y metodología adecuada para diseño de clases.

El otro es el Estudio de Clases japonés, que tiene la virtud de hacer posible aprender comunitariamente Matemáticas mientras se aprende y comparte metodologías de enseñanza: un buen esquema para un trabajo compartido amplio y de largo aliento.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Arsac, Gilbert ; Chevallard Yves., *et al.*, *La transposition didactique à l'épreuve*, La Pensée Sauvage éditions, Grenoble. 1994.

Artigue, Michèle, *Ingénierie didactique*, Recherches en Didactique des Mathématiques, La pensée sauvage éditions. Vol. 9, {3}, pp. 281-308. 1990.

Brousseau, Guy, *Théorie des situations didactiques*, La Pensée Sauvage éditions, Grenoble. 1998.

Chevallard, Yves, *La transposition didactique*, La Pensée Sauvage éditions, Grenoble. 1985.

Comisión Sobre Formación Inicial Docente, *Informe*, MINEDUC, [http://www.mineduc.cl/index.php?id\\_contenido=2179&id\\_seccion=10&id\\_portal=1](http://www.mineduc.cl/index.php?id_contenido=2179&id_seccion=10&id_portal=1) 2005.



Duval, Raymond, *Sémiosis et pensée humaine. Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*, Peter Lang S. A., Suisse. 1995.

Foro Global en Educación, *Los desafíos para la Educación en una Economía Global*, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, [http://www.mineduc.cl/index2.php?id\\_contenido=2442&id\\_seccion=11&id\\_portal=1](http://www.mineduc.cl/index2.php?id_contenido=2442&id_seccion=11&id_portal=1). 2005.

Isoda, Masami; Mena, Arturo & Arcavi, Abraham, eds., *El Estudio de Clases*, por aparecer. Versión en español de *Zudemiru Nihonno Sansu Sugaku Jyugyo-Kenkyu*, Shizumi Shimizu, Masami Isoda, Kazuyoshi Okubo & Takuya Baba, eds., Meijitosyo, Tokio, a la que se ha agregado artículos y apéndices relevantes. 2005.