

Apuntes para pensar un programa de formación inicial docente, hoy

Una forma de pensar los cambios que requiere la formación inicial de docentes en matemática¹

XVI Encuentro Métodos de Enseñanza de la Matemática. Escuela de
Pedagogía Media en Matemática. Universidad San Sebastián

(Presentado a las comisiones sobre estándares de formación inicial docente en enero del 2019)

Fidel Oteiza Morra
Noviembre 2017

*"Nadie le enseña nada a nadie, todos aprendemos
en interacción con el mundo"*
Paulo Freire.

Resumen

La sociedad y la cultura han experimentado cambios notables en un período de tiempo no mayor a medio siglo y este proceso manifiesta signos de aceleración. ¿Sigue siendo vigente la formación inicial docente que imparten universidades e institutos de formación superior? En esta oportunidad se hace un breve análisis de la naturaleza de algunos de los cambios que —a juicio del autor— debieran ser considerados al diseñar un programa de formación inicial docente en el área de la matemática y, sobre esa base, se sugiere características que podría tener el currículo de una escuela de educación en la que se formen educadores y educadoras en matemática.

Las preguntas primero

¿Qué docentes requiere la escuela de hoy? La sociedad ha cambiado mucho en los últimos decenios, ¿Se justifica que los programas de formación inicial —de todas las áreas del conocimiento, pero en particular los programas de formación de los profesores de matemática— sean casi los mismos —en el papel— que los de los últimos cincuenta o sesenta años? ¿Cuáles son las nuevas situaciones a las que la escuela y las escuelas de educación no están respondiendo? ¿De qué cambios hablamos? Y, ¿Se requiere de un solo tipo de profesor, de profesora? Sostendré que la sociedad, la cultura, el conocimiento acerca de cómo y qué enseñar, han cambiado y que la escuela y las escuelas de educación o los programas de formación inicial permanecen constantes en el tiempo. Sostendré que esa situación se ha tornado insostenible y que hay muchas voces y muchas señales de que se requiere un pensamiento nuevo acerca de lo que entendemos por escuela y lo que entendemos por docente.

¹ Sobre la base de dos conferencias anteriores: una en la Universidad de los Lagos, el 2010 y la segunda en la Universidad de Talca el año siguiente, 2011 y con algunas modificaciones editoriales realizadas en el 2021.

El análisis se inicia enunciando algunos supuestos en que descansa la propuesta, sigue con necesidades que se perciben hoy. Se describe, luego, creencias que –a juicio del autor- podrían explicar las razones por las que las escuelas de educación mantienen un modelo de formación inicial que ha cambiado muy poco en los últimos decenios. Una segunda parte se enfoca en los cambios culturales y sociales que motivan o demandan cambios en la forma de concebir lo que es y hace un o una docente; se mencionan cambios observables en la escuela en diferentes partes del mundo, como una forma de anticipar orientaciones o tendencias a modo de inspiración. Se concluye elaborando una posible imagen de diferentes perfiles de docentes con una formación que responda a diferentes requerimientos y proponiendo las competencias que debieran desarrollar a partir de su formación inicial.

Hacer cambios en el paradigma de escuela es un proceso con gran inercia y que supone cambios en la cultura y en la institucionalidad que la sostiene. Esta dificultad no hace que los cambios de los que se hace mención en esta oportunidad no sean necesarios y varios de ellos, urgentemente necesarios. El autor espera contribuir al necesario debate para una nueva concepción acerca de lo que es y cómo actúa un o una profesional en el campo de la educación, tomando como unidad de análisis la formación y el desempeño de docentes en el área de la matemática. Para comenzar, los supuestos en la base del análisis.

Acerca de los lentes con que miro la profesión docente

Esta es una reflexión acerca de la formación inicial de profesores de matemática. Lo que se enuncia a continuación está fuertemente influido por la forma en que me inicié en la profesión y la forma en que la he ejercido. Comienzo por enunciar algunas convicciones que pueden facilitar la comprensión de las reflexiones que siguen.

Primero, la mayoría de los programas de formación de profesores que conozco responden a una misma noción de lo que es un profesor. Esa noción, que se puede expresar diciendo que se trata de una persona que, conociendo un campo del conocimiento, lo expone a sus alumnos, a los que luego desafía con tareas para practicar lo expuesto y concluir evaluando lo aprendido, preferentemente con pruebas escritas a las que asigna una nota. Más adelante sostendré que esta forma de actuar deja de lado o no requiere de didáctica, más bien supone no hacer uso de lo que se sabe acerca de la didáctica de la matemática.

Segundo, los resultados y las prácticas profesionales que provienen de la investigación en el campo difícilmente llegan a los estudiantes de pedagogía. Es fácil constatar que en los cursos de matemática se hace poca o nula referencia a la investigación matemática y aún son escasos los docentes de pedagogía o de didáctica que tengan formación o sean activos en la investigación². Como resultado los futuros docentes no se habitúan en el uso de los resultados de la investigación para inspirar, analizar críticamente su actuación u orientar sus prácticas como docente y de otra,

² Situación que está cambiando por la existencia, en el país, de programas de post grado y un aumento importante de profesionales que se han realizado estudios en centros universitarios en el extranjero.

no alcanzan competencias del campo de la investigación, lo que se traduce en una baja capacidad para generar informes técnicos y planificaciones que usen de métodos o técnicas probadas y en constante renovación por parte de investigadores. Se puede observar esta misma falencia en no pocos formadores de profesores. Naturalmente que de este modo la formación inicial, en su gran mayoría, no prepara a los futuros docentes como buenos usuarios del conocimiento generado por la investigación, menos, los prepara para usar los métodos indagatorios en el propio crecimiento profesional.

Tercero, la profesión de profesor de matemática descansa en dos “placas tectónicas” que se mueven, chocan y desestabilizan la profesión de educador. Una de ellas es el campo de la matemática como disciplina y la otra la didáctica de la matemática. La desconexión y hasta fricción, entre la formación en la matemática como disciplina y la formación en didáctica, daña la formación inicial de los futuros docentes de matemática. En este nudo, en la disociación entre el ingreso de los futuros profesores al saber y saber hacer en matemática y en didáctica está, tal vez, en un punto neurálgico del problema que nos ocupa y, por lo tanto, se trata de un nudo que tratado apropiadamente podría generar un salto en el nivel que opera la profesión.

Cuarto, la profesión de profesor está muy condicionada, en la selección de quienes la adoptan y en el desarrollo profesional en ejercicio, por lo que podríamos llamar “calidad de vida personal y profesional” de los docentes. Es innegable que, al optar por un campo profesional, un ser humano racional, lo hace calibrando cómo será su vida si adhiere a ese campo. Esta calidad de vida, en el caso de los docentes, es consecuencia de decisiones y faltas de decisión de la sociedad misma y de quienes generan política pública y de los que ejercemos la profesión. Cada vez que se señala que los profesores no son lo que se desea que sean, se apunta a una deuda de la propia sociedad con sus hijos, la de no generar condiciones adecuadas y suficientes para la educación tenga el nivel y la calidad que detona la crítica. Las condiciones de vida de un docente en la sociedad de Chile a comienzos del siglo XXI son deplorables. Tanto en remuneraciones como en la dedicación, casi exclusiva, a permanecer en una sala con estudiantes, la mayor parte de su vida profesional, la casi imposibilidad de estudiar, desarrollar los recursos que su trabajo profesional requiere, son condiciones que inhiben el crecimiento profesional y, a la vez, no son atractivas para los jóvenes que acceden a la educación superior y se preparan para trabajar. La calidad de la vida de los docentes inhibe el acceso de los mejores a educación y dificulta el crecimiento de los que acceden y perseveran. Una política que agrava la situación es la de evaluar -mediante pruebas- las prácticas profesionales de los y las docentes. Por un lado, lesiona gravemente la imagen de cada docente en particular y contribuye muy poco a mejorar las cuestiones de fondo. En realidad, se requiere de muchos cambios en el proceso de su formación y en la forma en que se ejerce la profesión, antes de siquiera atreverse a evaluar las competencias profesionales de los que ejercen en la educación elemental y secundaria³.

³ En otra publicación, un capítulo en un libro publicado en México el 2015 (en las referencias), se hace la distinción entre “seleccionar o cultivar talentos”. Las políticas que resultan de poner el acento en la evaluación final o en el cultivo de talentos, son sustanciales. Al poner el acento en las pruebas

Para comenzar a construir posibles respuestas a las preguntas con que inicié este escrito, centro la atención en los *invariantes*, los supuestos, las creencias y las prácticas observables en la escuela y en la actuación de docentes, formadores de docentes, profesionales y especialistas en las escuelas de educación y en el Ministerio de Educación y, naturalmente, observables en las prácticas de aula.

Los conceptos, las creencias y las prácticas que se mantienen en el tiempo

La escuela⁴, tal como la conocemos nunca fue diseñada⁵, es más bien el resultado de un largo proceso de maduración de una institución que responde a una necesidad en la sociedad que tomó forma en la medida que la sociedad misma maduraba, crecía y se desarrollaba. En otras publicaciones el autor ha sostenido que la forma que adopta la escuela descansa en muy pocas ideas: la noción de *grupo curso*, noción que hace que un grupo de seres humanos sea considerado como iguales entre sí, con las mismas necesidades, aspiraciones e iguales capacidades y motivaciones; la noción de *clase eminentemente expositiva*, noción que define la casi totalidad de lo que hacen los docentes para relacionarse con los *grupo cursos* en los que les corresponde actuar; la noción de *nota* como única o casi única expresión de lo que es la evaluación y la noción de *asignatura*, entendida como un área del conocimiento o del hacer humano que imparte un docente y que está tan separada de otras como sea posible⁶.

Hipótesis: *las características principales de la escuela, tal como la conocemos hoy, son consecuencia de cuatro decisiones básicas, de naturaleza eminentemente administrativa⁷, a saber: a) el conocimiento es impartido, en la escuela, clasificado en asignaturas aisladas las unas de las otras, estas asignaturas actúan como compartimentos estancos del conocimiento; b) para su administración se hace uso de la noción de grupo – curso, esto es, para todo efecto práctico, un grupo de niños o jóvenes avanzará, en el currículo escolar, como un cuerpo, compartiendo horarios, profesores y calendario escolar; c) el conocimiento es impartido en lecciones eminentemente verbales en exposiciones realizadas por el profesor o la profesora y d) la evaluación de los aprendizajes será reducida a calificaciones, dejando de lado el diagnóstico, la evaluación de procesos para informar a los participantes el progreso y otras formas de realimentar el proceso de aprendizaje. Estas definiciones elementales, bastan para determinar*

estandarizadas nacionales y ahora en la evaluación docente, la política nacional se inclina por la selección, no por el cultivo.

⁴De aquí en adelante entenderemos por escuela a la institución en que se imparte educación, sea de párvulos, niños, niñas o jóvenes que asisten a una escuela profesional de una institución de educación superior.

⁵Idea expresada por los gestores de un proyecto que, en el Estado de Florida, en los EE.UU. quiso esperar el cambio de siglo con una nueva propuesta de escuela: El proyecto “*Schoolyear 2000*”.

⁶ En el referido capítulo del libro: La Educación Matemática en el siglo XXI y en una conferencia en las XIII Jornadas Nacionales de Educación Matemática.

⁷ En oposición a decisiones con base en la didáctica, la psicología, la sociología o en las ciencias de la educación.

las características del proceso de enseñanza, la institucionalidad de la escuela y las formas que puede adoptar el currículo escolar⁸.

Alternativamente, se puede expresar la hipótesis diciendo que no existe reforma si esos pilares de la práctica escolar no son modificados. Eso conduce a una situación paradójica. En efecto, la experiencia muestra que si un docente, un equipo directivo docente o un innovador, atenta con cualquiera de esos pilares, el sistema se resiste y normalmente, la iniciativa o la innovación es absorbida o eliminada del sistema educativo. Esto es, si se quiere innovar sin modificar esas definiciones, no hay innovación y si se lo intenta, el sistema se resiste.

“La escuela nunca fue diseñada” y las decisiones que le dan origen no pertenecen al ámbito de la didáctica, de la teoría educacional, de la psicología del aprendizaje u otra fuente de conocimiento que no sea la administración o resultados de la experiencia.

El lector puede hacer el ejercicio de deducir, de las premisas nombradas, algunas de las prácticas y/o situaciones habituales de la escuela. Observe que un arquitecto ya tiene rayada la cancha con la existencia de grupos – curso y lecciones eminentemente verbales en un contexto de asignaturas sin relación entre sí. Los horarios escolares, el número de “horas de clase” para cada asignatura, entre otras decisiones básicas, también de orden administrativo y se derivan de las decisiones básicas antes nombradas.

En particular se tiene casi definido el currículo para la formación inicial de los docentes. Se trata de formar a un profesional que explicará las nociones y prácticas de un área del conocimiento a grupos de alumnos que asistirán obligatoriamente a sus explicaciones por un período de tiempo también obligatorio y normado. Este profesional calificará a los estudiantes y éstos progresarán según las pautas que rijan el curso al que pertenece. Basta con que sepan más de su especialidad que sus oyentes, que la expliquen con claridad, mantengan la disciplina (que el grupo curso se comporte como uno) y califique, que “ponga las notas”.

Una segunda creencia se refiere al conocimiento matemático que requiere un profesor de matemática. La creencia es que basta que los y las profesoras de matemática sepan algo más que lo que deben enseñar. Que para ser profesor de matemática es suficiente tener conocimientos livianos de matemática, en el sentido de opuestos a profundos, documentados, producto de un estudio y cultivo prolongado, efectivo y conscientemente llevado por un o una profesional. Como que bastase saber “algo” de algún campo para ser profesor o profesora. Un ejemplo reciente relativo a la formación inicial de docentes en matemática. El Ministerio de Educación, más específicamente la Unidad de Currículum y evaluación del Mineduc, ha propuesto cambios al currículo. En particular en matemática. Se propone una iniciación al cálculo infinitesimal, al pensamiento computacional y a algunos temas de tratamiento vectorial de objetos geométricos. En los años noventa se introdujo la noción de transformaciones rígidas en el plano. También se dio una señal acerca de probabilidades y estadística al introducirlas en los dos últimos niveles de la educación media. Veinte años después se propuso usar vectores en el tratamiento de la geometría

⁸De la referida conferencia.

y se inició la formación en probabilidades y estadística desde los primeros años de la escuela. La pregunta insólita fue: ¿Cómo se va a formar a los profesores para que lo puedan enseñar? ¿Cómo un profesional, formado en matemática, no conoce o no puede conocer con un esfuerzo pequeño algo como lo propuesto en esos cambios del currículo? ¿Qué formación tiene en matemática un docente que no puede enseñar lo señalado? Esto se ha repetido hasta el cansancio. Frente a cada cambio curricular –que puede ser anticipado por un jefe de carrera de educación con facilidad al mantenerse al día en lo que el campo de su especialidad hace en el mundo- la formación inicial de los docentes queda corta, queda obsoleta. ¡Esos cambios seguirán! No podemos darnos el lujo de una formación inicial docente superficial, débil, más propia de un generalista que de un especialista. Un profesor de matemática necesita saber matemática y didáctica de la matemática como un especialista, no como un generalista.

La tercera creencia está muy arraigada y es muy difícil lograr que sea percibida por los directivos de escuelas de educación y los propios formadores de profesores. La podría enunciar de este modo: la didáctica de la especialidad es un módulo, un curso que se hace luego que el futuro docente estudió sobre su especialidad, estudió pedagogía –con lo que significa en formación general ocupando el 80% de los dos primeros años de carrera- didáctica general y tal vez otras materias. ¡Cómo decirlo!, ¡Pero si poner en contacto a niños y jóvenes con el saber y saber hacer matemático es el centro y lo principal que hará ese profesional en toda su vida! La didáctica en matemática debe ser un eje de la formación inicial docente, no uno o dos cursos. Piense en un médico que se forma en todo menos en observar a un paciente y tratar sus afecciones, lo que hacemos en la formación inicial docente es muy parecido a esto último.

Las tres situaciones planteadas, una escuela concebida administrativamente –para decir de algún modo que se la crea y gestiona sólo como una organización que no usa el conocimiento del campo en el que opera, la educación y la didáctica- el asumir que en unos pocos cursos de matemática y en uno o dos de didáctica se prepara a una persona para que ejerza su profesión de profesor o profesora de matemática por 30, 40 y hasta 50 años, es el crisol perfecto para generar clases de matemática realizadas sin el saber ni el saber hacer de especialistas. Los egresados de las escuelas de educación ingresan a esa institución, que exige: “hacer clases y poner notas”. Los recientemente formados profesores, al ingresar a la escuela, son exigidos por los administradores a “cumplir las metas”, esto es, a “pasar la materia”, “poner notas” y promover a un máximo de sus estudiantes. La referencia ya hecha a la falta de integración de la formación en matemática y la formación como educador, la metáfora de las placas tectónicas, contribuye a perpetuar un modelo de enseñanza de la matemática. En efecto, los futuros docentes aprenden matemática de especialistas en la disciplina. Las clases de matemática en la universidad son dictadas por especialistas que no conocen ni usan la didáctica. El efecto de modelamiento es evidente. Ese es el modelo que siguen los docentes una vez egresados de la universidad. El crisol está armado. Lo que sigue se repite. Clases expositivas desprovistas de didáctica en las que el sentido, la vida, la epistemología de la especialidad y la variedad casi infinita de recursos didácticos, existentes o posibles, no tienen cabida.

A continuación, tres creencias en el campo –muy determinante de los cambios a los que nos hemos referido en la cultura y la sociedad- de las tecnologías digitales y las comunicaciones.

De todos los cambios que la sociedad ha experimentado en los últimos decenios, tal vez los más notables y que tienden a caracterizar el momento en que vivimos, tienen su origen o son efectos directos de las tecnologías digitales y de la información. En efecto, hace unos 73 años que operó la primera “máquina universal” creada por el ser humano⁹. Este carácter de universal es el que hace que su influencia se haya hecho sentir en casi todas las actividades de la sociedad actual.

A continuación, algunas creencias en el campo de las tecnologías de la información que tal vez estén en la raíz del hecho que estas tecnologías y el conocimiento que han generado, sean tan poco influyentes en los programas de formación inicial docente¹⁰.

La primera se refiere a los *nativos digitales*¹¹. Los adultos, por lo tanto, los docentes y los administrativos docentes, adoptan una actitud frente a los niños, niñas y jóvenes que viven desde el comienzo de sus vidas en un ambiente en el que los objetos digitales son comunes, esta actitud se puede resumir diciendo que o los admiran, o los temen o ambas cosas a la vez. Una consecuencia de esta actitud es que no se le da la oportunidad de aprender lo que es y será cada vez más, el conocimiento más influyente del momento que les corresponde y corresponderá vivir. Así, paradójicamente, la escuela que declara ser la institución que prepara a las nuevas generaciones para su ingreso a la vida activa en la sociedad, no se hace cargo del factor más determinante de esta en la actualidad. Esta actitud, y la consecuencia de “hacerse a un lado” de la responsabilidad de educar esa dimensión del saber y del saber hacer, aplicada al idioma nativo debiera conducir a que ningún niño o niña nacida en un ambiente de habla, por ejemplo, española, requiera de formación en su lengua nativa. Esto lo podemos aplicar, naturalmente, los nativos en francés, inglés o chino mandarín. ¡Es impresionante!, La escuela no se hace cargo del saber y del saber hacer que más necesitarán los estudiantes de hoy al ingresar a su vida como ciudadanos activos. Es más, ya están perdiendo oportunidades en la edad en que se encuentran. La República de Estonia es una excepción. Vale la pena estar atentos a lo que Estonia hace en materia de educación en pensamiento computacional y programación.

La segunda creencia es la que se manifiesta cuando las escuelas de educación –tímidamente al comparar la medida con el impresionante impacto de esas tecnologías- agregan a sus currículos de formación inicial una componente de *alfabetización digital*. ¿Cómo decirlo? Estamos preparando

⁹ Señalando la fecha del éxito de los dispositivos creados por Alan Turing en el reino Unido y, usando una expresión que proviene de su desarrollo teórico, la máquina de Turing. Una “máquina de Turing” es un formalismo matemático que anticipa la existencia de dispositivos que se pueden poner en correspondencia uno a uno con cualquier sistema formalmente descrito. Lo que llamamos hoy un computador. Subrayo el “cualquier” porque es lo que hace que estos dispositivos sean universales.

¹⁰En esta sección tuve la contribución de Catalina Torrens, del programa nacional Enlaces, que aprovecho de agradecer en esta oportunidad.

¹¹ Marc Prensky (2001). Y, aprovechando una señal de la recién citada Catalina, notar que hay evidencia de las notables diferencias y brechas, entre los nacidos después de 1990, en cuanto a lo que conocen y son capaces de hacer con las tecnologías. Los nativos digitales pueden ser muy diferentes en estas materias.

el futuro de nuestros hijos poniéndolos al cuidado de personas ¡recientemente alfabetizadas!
¿Una escuela contrata a quién conoce el ABC del campo qué más impactará las vidas de los jóvenes de hoy, para que se hagan responsables de su formación? ¡No! Se requiere de docentes que conocen desde los fundamentos las ciencias de la computación y que sí estén preparados para orientar, proveer de fundamentos, orientar y hacer crecer esos aprendizajes espontáneos, casuísticos, llenos de vacíos que admiramos tanto en los niños de hoy. Saben balbucir en el campo digital. Los que pasan de ese estadio incipiente de dominio de las tecnologías a uno superior, están cambiando el mundo.

Una experiencia reciente, desde el año 2015, BiblioRedes, institución perteneciente al sistema de bibliotecas del país ha dictado, usando Internet, cursos de programación. En su primera versión, piloto, durante el verano de ese año, se puso límites a la edad de los y las participantes de modo que correspondiesen a alumnos de entre sexto básico y cuarto medio. Al retirar la limitación de edad, durante el período de vacaciones de invierno, en poco tiempo se llegó a más de 30.000 participantes y ¿su edad? El promedio fue cercano a los 30 años, el 50% de ellos entre los 25 y los 40 años. ¿La razón de porqué se inscribió? Se la pidió al matricularse, la más frecuente, “necesito aprender a programar por mi trabajo, no aprendí ni en la escuela ni en la universidad. ¿Alguna razón para que eso siga así?

Una tercera creencia en este campo se relaciona, precisamente, con los que estudian, investigan o crean desarrollos en la aplicación sistemática y debidamente documentada y experimentada de las tecnologías digitales en la educación. Me refiero a los especialistas en aplicaciones educativas de las tecnologías digitales. La creencia es que basta un conocimiento acerca de las aplicaciones y de los dispositivos desarrollados en el campo para investigar, hacer desarrollos o teorizar acerca de las tecnologías digitales y la enseñanza y el aprendizaje (Las TIC's). En particular a los y las que lo hacen en las aplicaciones destinadas al aprendizaje de la matemática. Para que podamos, como sociedad, responder a los desafíos que esas tecnologías hacen a todos, se requiere de un campo de conocimiento más fuerte que el actual. Es un campo que exige a los que trabajan en él adentrarse en las ciencias de la computación y las comunicaciones con una profundidad y con una formación que permita y aliente la producción de sistemas y de aprendizaje acerca del impacto de esos sistemas. La expresión “TIC” no es suficiente, es más, tiende a minimizar lo que debiera ser su contenido. Por ahora prefiero hablar de tecnologías digitales y comunicaciones en el aprendizaje o en la educación. Un ejemplo con WoframAlpha¹² –una aplicación que permite el desarrollo de un problema matemático expresable mediante símbolos matemáticos, como derivar una función, integrar otras o determinar los nodos de un grafo. ¿Cómo enseñar una introducción al cálculo si todos los alumnos tienen acceso –mediante sus teléfonos- a una aplicación que tiene resuelta la parte mecánica de los procesos de cálculo de límite, derivadas e integrales de una función? Es más, no sólo hace los cálculos si se lo pide lo hace paso a paso, si se lo desea muestra una enormidad de problemas relacionados con el cálculo que solicita el usuario. Crear soluciones en el

¹² Aplicación disponible para dispositivos personales como notebooks, tablets o teléfonos:
<https://www.wolframalpha.com/>

campo de las aplicaciones educativas de la informática requiere de especialistas con conocimiento profundo de la matemática y de las ciencias de la computación.

En síntesis, afirmo que existe un conjunto no despreciable de creencias que comprometen seriamente el campo de la formación inicial docente, el concepto mismo de los que es un profesional formado para orientar el aprendizaje de la matemática y, por ende, comprometen y detienen el desarrollo de los conocimientos en torno a esos programas. Este estancamiento es el que se nota al comparar los diversos currículos desarrollados para formar docentes y las exigencias del momento en que vivimos.

Algo ha cambiado allí afuera

Antes de intentar algunas respuestas a la situación que nos ocupa, es indispensable mirar alrededor. El o la lectora puede ampliar con facilidad las situaciones o imágenes que invoco a continuación, en realidad las señales de cambio son múltiples y cotidianas.

Comencemos por la que repiten con más frecuencia los y las docentes. La falta de interés de parte de niños, niñas y jóvenes por lo que ofrece la escuela. “Están mirando para otro lado”, me dice una profesora de un liceo en la Novena región. “No atiende”, “ni siquiera miran a la pizarra”, “miran la pantalla de su teléfono”. La escuela está para preparar el ingreso a una vida adulta activa, productiva y satisfactoria, pero ¿el presente? Si no se pone los pies en el presente, el futuro no está garantizado.

Durante los últimos veinte o treinta años ha habido un aumento notable del conocimiento acerca de la educación en todas sus dimensiones. Sabemos más acerca de cómo aprende; acerca de cómo facilitar los aprendizajes; acerca de la mediación efectiva; acerca de la evaluación, acerca de los medios y de su impacto en los aprendizajes; acerca de la creación de espacios en los que muchos pueden aprender, en realidad la lista es larga. Hay mucha investigación, hay mucho desarrollo y poco de esos conocimientos o resultados son observables en la sala de clases. En salas de clases en la escuela elemental, en la secundaria y muy claramente, en las salas de las universidades e institutos de formación superior.

Vivimos un momento en la historia de la humanidad en la que el sueño de la Biblioteca de Alejandría se hace realidad en casi todas partes y está al alcance de cada vez más personas. Ampliándose el acceso tanto en la vertical, desde muy pequeños a muy viejos, como en la horizontal, desde los que tienen amplio acceso a los bienes de la sociedad y la cultura, a los que están lejos de esos bienes. Este acceso, por sí sólo, es un desafío importante a la labor y al mismo sentido de la escuela, de la clase de matemática y de la profesión docente.

El impacto de estas transformaciones no se ha hecho esperar, existen los que responden desde dentro de las paredes del sistema educativo.

Algunas señales de cambio

La prensa ha mostrado varios ejemplos de cambios y tendencias en las prácticas educacionales que quisiera recordar. Se repite con frecuencia que los que conocemos como puestos de trabajo están cambiando de modo que difícilmente se puede pensar en escuelas que preparan oficios o carreras que se sostendrán en el tiempo. Esto ha generado un movimiento hacia otros aprendizajes, aprendizajes diferentes a los que se desprenden del análisis de un campo de conocimiento como ha sido la tradición en la definición de los currículos oficiales en todas las naciones. Primero se puso el acento en “aprender a aprender”. Esto es, prepararse para aprender lo que no podemos anticipar; luego se hizo universal la señal al “aprendizaje continuo”; en la actualidad se pone el énfasis en las habilidades por sobre los conocimientos disciplinarios específicos.

Algunas reacciones. Finlandia se aparta del concepto de asignatura, por lo menos en los últimos niveles, propone un currículo con base en proyectos. La prensa también muestra lo resistida que ha sido esta medida por parte de docentes y apoderados. Varias escuelas jesuitas de España hicieron noticia hace un semestre al hacer lo mismo. Es más, modificaron el concepto de grupo-curso, hasta derribando los muros de sus salas de clase para disponer de espacios amplios que acogieran grupos de carácter variable, definidos en función de los proyectos abordados. En una experiencia aún más disruptiva a la vez que inspiradora, el físico indio Sugata Mitra, trabajando simultáneamente en India y en Inglaterra, abrió un espacio al auto aprendizaje. Con base en su experiencia: “Una ventana en el muro” (Hole in the Wall o HIW. El Agujero en la Pared por sus siglas en inglés)¹³, que le valió un reconocimiento internacional, propone y está siendo puesto en práctica en nueve países, una escuela que se basa en la curiosidad de los niños, el acceso a la nueva Biblioteca de Alejandría, la capacidad que tiene un conjunto de mentes para transformar en conocimiento la información y la participación de los adultos –incluidos los abuelos y abuelas jubiladas o no, pero en su casa- en unas pocas funciones: la primera, hacer buenas preguntas, la segunda –muy difícil para nosotros profesores- no responderlas, la tercera, -Sugata Mitra es muy original-: admirar lo que sus alumnos entregan como resultado de sus búsquedas. En la actualidad trabaja en un proyecto para tener una “Escuela en la Nube”. Una de sus afirmaciones que hacen pensar: “*Grupos de niños, con acceso a la Internet, pueden aprender casi cualquier cosa por ellos mismos*”. Un elemento que me impresionó de su concepto, es el que se refiere a los criterios para seleccionar un tema, conocimiento o saber hacer para incluirlo en un currículo. Usa tres filtros: ¿Incide –el tema o conocimiento- en la felicidad?, ¿incide en la salud? Y, por último, ¿incide en la productividad? Si nuestra preocupación es la pertinencia de un objetivo educativo, he aquí un criterio de pertinencia.

¹³ De un artículo en Wikipedia, uno de los motores de búsqueda de la Nueva Biblioteca de Alejandría. Enlaces, la unidad del Ministerio de Educación de Chile que trabaja hace 25 años en la incorporación de las tecnologías digitales en la escuela nacional, trajo a Sugata Mitra a comienzos de este año para exponer en Santiago su filosofía y sus realizaciones.

Hay más señales, la puerta que reabrió Estonia¹⁴ para la programación está siendo emulada en diversos sitios. En efecto, en Alemania, el aprendizaje del pensamiento computacional y la programación comienza el próximo año en 4° grado, considerando los grados anteriores el período en que los niños y niñas se familiarizan con el uso de dispositivos digitales móviles. Inglaterra, Francia, Australia, Algunos estados de Canadá, Argentina, Uruguay y Colombia, son ejemplos de países que han introducido o reintroducido el aprendizaje de la computación en sus respectivos currículos nacionales. En Chile, la programación está y se ha mantenido por años en la Educación Técnico Profesional y, en la actualidad, está en consulta y en manos del Consejo nacional de Educación la propuesta de un curso, optativo, para alumnos de tercero o cuarto medio sobre pensamiento computacional y programación. ¿El argumento de base? El pensamiento computacional, la programación, como expresión de ese pensamiento, y el conocimiento en torno a ese campo, será cada vez más necesario en un espacio de abstracción creciente en el que se desenvuelven y se desenvolverán los ahora estudiantes. Se proponen pasar de generaciones preparadas para ser usuarios de las creaciones digitales de a otras de creadores de esas tecnologías.

Un fenómeno que se puede estudiar para tener otra ventana en la observación y para la comprensión de la cultura que generan estas tecnologías, son los “mega cursos”¹⁵ en la web. En efecto, de una parte se puede observar cursos en los que un o una especialista de alto prestigio y arrastre, realiza, vía internet, cursos “seguidos” por hasta millones de estudiantes. ¿Qué es enseñar? ¿Qué es aprender? y, ¿qué es certificar aprendizajes en esas condiciones? Es de notar que instituciones del prestigio del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Harvard, entre otros, tienen disponibles en la red sus cursos, talleres y seminarios.

Esta tendencia al auto aprendizaje, naturalmente fruto de la disponibilidad de los recursos hace pensar lo que Keneth Travers (2015), apunta como una tendencia que desplaza la educación hacia el aprendizaje y a las universidades y centros de educación superior a transitar desde el campus a la certificación.

De educación al aprendizaje. Kenneth Travers, hace la siguiente distinción: “mientras la escuela – incluidas las universidades y para él, especialmente las universidades – apuesta por la educación, los usuarios de esas instituciones apuestan por el aprendizaje”¹⁶. Para Travers, el futuro será más parecido a KhanAcademy¹⁷ que al campus de una universidad como los conocemos hoy.

¹⁴ Las primeras experiencias en incorporar el pensamiento computacional y la programación desde los primeros niveles de educación fueron iniciadas el año 2012.

¹⁵ MOOC, por la sigla en inglés: Massive Open Online Courses.

¹⁶ Kenneth Travers y y Leonardo Lavanderos (2015).

¹⁷<https://es.khanacademy.org/>

Otra experiencia que quiero agregar a esta lista de indicadores de cambio es la de un equipo en el antes referido Instituto Tecnológico del Estado de Massachusetts, el MIT. Con Mitchel Resnick a la cabeza, e inspirado en los trabajos de Saymond Papert, desarrollaron una comunidad en la internet en torno al concepto de aprendizaje creativo usando la programación. Tiene participantes de todas las edades y de casi todos los países. Comparten programas y generan nuevos desafíos día a día. El lenguaje Scratch, bajó notablemente las barreras de entrada a la programación, haciendo posible que niños desde sus primeros años desarrollen aplicaciones computacionales. Su norte se lo puede expresar mediante el título de un libro reciente: “Un kindergarten que dura toda la vida” (Lifelong Kindergarten). La promesa es mantener las propuestas de Froebel y Montessori en la escuela; ¡notable!, en la escuela que conocemos no tienen cabida, se trata de una invitación a que los maestros fundadores reingresen a la escuela.

En resumen, si bien la escuela y las escuelas de educación reaccionan poco a los cambios en la sociedad y en la cultura, hay señales de cambio y, simultáneamente, estas señales, apuntan a otras direcciones posibles u ofrecen la oportunidad de considerar medios posibles y alcanzables para gestar los propios.

El apartado siguiente estuvo motivado por la siguiente paradoja: cada generación de niños y niñas que ingresa a la escuela está compuesta por una cantidad casi ilimitada de talentos diferentes y como respuesta la sociedad les ofrece a todos, la misma escuela con un currículo y una forma de evaluarlos.

Muchos talentos muchos profesionales

La literatura educacional ofrece una gama impresionante de resultados de la investigación realizada en los últimos decenios. En particular se puede poner la lupa y observar que sabemos más acerca de aspectos cada vez más especializados del proceso educacional. Sabemos más, por ejemplo, acerca de la introducción a la lectura, a la escritura y los primeros pasos en los números y la forma; la didáctica de la matemática ha sido fructífera en conocimientos específicos y probados en la facilitación de los más diversos aprendizajes del hacer matemática; sabemos más acerca de los aprendizajes de personas con discapacidades, se ha consolidado la evidencia que muestra que el ser humano aprende más y desde varios puntos de vista, mejor en el momento que emite que en el que recibe. Esto es muy claro, hacer, escribir, explicar, diseñar, programar, en fin actuar, es un mejor vector de aprendizaje que escuchar, ver o recibir. Ese puro cambio de centro de gravedad de lo que llamamos facilitar los aprendizajes, llama a una mirada nueva acerca de los que es una clase o una sala de clases. Esto para para nombrar algunas áreas del saber que nos está mostrando la necesidad de hacer cambios nucleares en la escuela y, naturalmente, en la formación inicial docente. ¿Qué preparación requiere un docente una docente que se desempeñará en los diferentes niveles o tipo de la vida escolar de un niño, niña o joven?

La diversidad de necesidades, intereses, posibilidades, talentos y situaciones, apelan a diferentes profesionales. En un primer intento de pensar un currículo de formación inicial la cuestión del

nivel y del tipo de requerimientos se plantea desde un comienzo. Hasta hace poco las escuelas de educación, respondiendo a que la educación nacional definió un nivel elemental de ocho años y un nivel medio de cuatro, han tenido ofertas para formar docentes generalistas para ocho años y especialistas para cuatro. En menor escala, las ofertas de formación también responden a la educación parvularia, especial y en muy contadas oportunidades, a los requerimientos de la educación técnica.

Las escuelas, según posibilidades y claridades, respondieron, al menos parcialmente, al encargar los cursos de los últimos niveles de básica a profesores formados para la enseñanza media. Pero, en su inmensa mayoría los alumnos y alumnas de la escuela elemental chilena han tenido profesores con escasa formación disciplinaria.

¿Un solo profesional o varios profesionales?

Se puede adoptar varios puntos de referencia para responder esta pregunta. Dejando para otro análisis los casos especiales de párvulos, kindergarten y de la educación técnica, se podría considerar los niveles que atenderá. El sistema se orienta ahora hacia un esquema de seis y seis. Seis niveles de la escuela elemental y seis de la educación media.

Desde lo observado en la escuela y contrastado con los resultados de la investigación, surgen algunas perspectivas.

Los primeros dos y hasta cuatro años de la educación elemental están muy concentrados en la iniciación en la lectura, la escritura, los números, la forma y el espacio 3D. Tal vez un profesional formado fuertemente en esos temas y con información para cubrir otros campos. De entre esos, los que se orientan más a ciencias y matemática, otros con inclinación y la correspondiente formación en ciencias sociales y –pueden ser- algunos con intereses y formación en artes gráficas, música u otra expresión artística. Esto es, una especialización en la entrada, considerándola hasta cuarto grado.

Entre el quinto y el octavo año, consideraría profesionales formados en dos áreas del conocimiento, deseablemente cercanas o con problemáticas, conocimientos y técnicas que se complementan: matemática y física es un clásico, lenguaje, comunicación y ciencias sociales podría ser otro.

De allí hasta el final de la educación común, esto es entre 7° y 9°, profesionales que trabajan en un área del conocimiento y que en su formación inicial han elegido, además, un “Minor” un segundo campo de estudios. Podría ser matemática y otra área de conocimiento como: antropología, psicología, neuro ciencias, sociología, filosofía, física, ciencias de la computación, en síntesis, un conocimiento con un desarrollo propio fuerte y que signifique un aporte a la formación del profesional que estará al frente de estudiantes. También un enriquecimiento de las escuelas de educación y de la profesión misma.

Lo señalado es una respuesta a la estructura habitual de las mallas de formación inicial que ofrecen cursos introductorios en sólo tres áreas: psicología, sociología y filosofía. Ofertas que relacionan esos campos con la educación: psicología educacional, sociología de la educación o filosofía de la educación. Lo que propongo es acercarse a las respectivas especialidades y aprender lo que de ellas se sabe y también de su epistemología y métodos propios. Es ese conjunto el que, pienso, podría enriquecer la acción profesional de los docentes. Considere que de este modo un docente, una profesora de matemática podría estar actuando con el saber y el saber hacer de la antropología o de la filosofía o de otras de las formas en que la humanidad construye el conocimiento. Un aporte al enriquecimiento de la enseñanza de la matemática, en particular, acerca del papel que desempeña en el aprendizaje el hacer matemática.

En relación con los dos últimos años de la educación secundaria, es pertinente adoptar la orientación que propone la actual Ley General de Educación, de acuerdo con ella, Chile ofrece a sus estudiantes diez años de educación común y dos diferenciados. En este nivel aparece la Educación Técnico Profesional, la artística y las variantes que adopte la educación general. Ateniéndose al nivel que alcanza un adolescente en cuanto a capacidad para aprender, los profesionales que operen en estos niveles, tal como lo inició el año 1974 y logró en la actualidad Finlandia, los profesionales que atiendan el currículo diferenciado de la educación general en los grados 11 y 12 deberían tener los conocimientos de un post grado en la especialidad o en la didáctica de la especialidad o en ambas especialidades. El caso de la Educación Técnica merece un tratamiento aparte y no tengo las competencias para incluir esa dimensión en este análisis.

¿Tiene que ser necesariamente cuatro años de estudios de pregrado? Lo dudo, si se busca un campo profesional fuerte, la duración de la formación inicial debiera ser la que cada joven, preparándose en un proyecto propio, necesite para lo que se propone. Mucho que discutir, mucho que hacer. Esta pregunta se relaciona con la posibilidad de continuar estudios graduados.

En el nivel de post grado también es necesario –y en este espacio es más natural y más simple– ampliar la mirada. Educación se manifiesta en múltiples áreas, en diversos espacios y en varios niveles. Desde los años setenta el campo de la educación dejó de estar limitado por la escuela. Fue la década de los primeros centros de investigación y desarrollo. Se iniciaron estudios y programas de educación “extramuros”. En la actualidad se observa un concepto ampliado de educación y los programas de post grado ofrecen muchas alternativas de especialización. Esta mirada debe de iluminar, de enriquecer lo que sucede en las escuelas de formación inicial. Mucho potencial, muchas posibilidades.

¿Otro concepto de lo que es y de lo que se espera que haga un o una docente en matemática?

Efectivamente, el argumento central en todo este discurso es la necesidad de pasar de un docente pensado y preparado para ser un expositor con algunas competencias en comunicación y evaluación a un profesional con las capacidades para construir, orientar y optimizar espacios de aprendizaje; un creador de situaciones en las que niños, niñas y jóvenes hagan matemática.

Alejándose el modelo de la clase expositiva y de la nota como sustituto de la curiosidad y de las motivaciones personales y acercándose a estudiantes que aprenden en contacto directo con espacios especialmente diseñados para que los aprendizajes sean posibles y motivantes.

Haciéndose cargo de la visión de Paulo Freire cuando dice “nadie le enseña nada a nadie, todos aprendemos en interacción con el mundo”. Dejaríamos de enseñar (estaríamos aceptando que es una actividad vacía o de resultados dudosos) y seríamos creadores de espacios, en ese “mundo” del que habla Freire, especialmente concebidos, diseñados y creados con el propósito que los que vienen después de nosotros aprendan lo que consideramos relevante de un modo que tenga sentido y que perdure.

El cambio de enfoque hace que las competencias que se espera que posea un profesional de la educación, acorde con el modelo esbozado, sean muy diferentes a las que ahora motivan gran parte de los currículos de formación inicial docente. El resto de este documento está dedicado a esas nuevas competencias y a posibles formas de que sean objeto preferente de los programas de formación inicial de un docente en matemática.

Y, ¿si cambia la metáfora de base?

*“Escucho y olvido, veo y recuerdo, hago y...
¡Comprendo!” Anónimo.*

*“Si no lo he creado, no lo comprendo”
Richard Feynman, premio Nobel de Física, 1965.*

¿Cuál es la metáfora de base en los programas de formación inicial docente? ¿De dónde arranca la idea de formar a los profesores como expositores de un saber? ¿Por qué – una vez que los docentes están en la acción - su actuación se concentra en “hacer clases” que son eminentemente verbales y luego y evaluar mediante preguntas que buscan saber si los alumnos aprendieron lo expuesto? En otro documento¹⁸ formulé la hipótesis siguiente:

“Al contar acerca de la matemática, dando definiciones, enunciando y demostrando teoremas, explicando procedimientos y luego pidiéndoles a nuestros alumnos que apliquen esas ideas a problemas especialmente elegidos, se oculta parte importante del proceso de hacer matemática, de pensar, de dudar, de buscar soluciones y el resultado es una versión aguada de la experiencia matemática. Sólo personas que ya tienen la motivación propia para aprender, aprenden”.

¹⁸“Ellos no saben, entonces qué debo saber yo” con el que desafié a mis alumnos, futuros profesores de Matemática, al recibirlos en el séptimo semestre de su formación inicial.

Si la metáfora de base para formar a un docente es la de “un contador del cuento de la Matemática”, entonces se justifica el tipo de programas de formación inicial que se puede observar en la gran mayoría de las escuelas de educación.

¿Cuál sería el programa de formación si esa metáfora cambia? Podría ser la metáfora del entrenador, o del jefe de proyectos o del médico clínico. En este documento se explora la noción de un educador como un *creador de espacios de aprendizaje*. Espacios en los que se espera se den las condiciones para que sea el aprendiz quien explora, quien se hace preguntas y aprende qué hacer para avanzar y evaluar la validez de los resultados de sus esfuerzos.

El supuesto de base de lo que sigue es que “aprendemos más, mejor, con más sentido y con efectos más duraderos y variados, cuando emitimos. Esto se opone a la creencia generalizada de que aprendemos más cuando recibimos. Por eso tanto “¡Atiende!, ¡Escucha!, ¡Silencio!, ¡Pon atención! Esto llama a transitar de un docente que explica a uno que desafía, de un docente que habla, a uno que crea condiciones para que sean los estudiantes los que producen. Si Agregamos “Si no lo he creado, no lo entiendo” del físico Richard Feynman, el cuadro se dibuja. El docente tiene por misión crear las situaciones en las que sus estudiantes hacen matemática, reconstruyendo, creando y recreando conocimiento. Lo hemos escuchado pero la naturaleza del cambio en la formación inicial que eso supone no la hemos visto.

Si la concepción de base acerca de lo que es efectivo en *el aprendizaje supone más emisión que recepción*. Se propiciará el escribir sobre el leer, el crear sobre el copiar, el decir sobre el escuchar. Y, naturalmente que esta visión modifica lo que consideramos efectivo en la formación de los docentes. El resto del escrito se refiere a las posibles consecuencias de este cambio de perspectiva en relación con el aprender, al formar docentes en Matemática. Basta con pensar el espacio físico en que se ponen en acción las dos “direcciones” recién mencionadas. La sala de clases para exponer - escuchar y el espacio de producción para interactuar y crear. Algo así como una sala de conferencia y u taller de producción.

Posibles dimensiones del ejercicio profesional consistente con lo propuesto

De acuerdo con la metáfora elegida se trata de un profesional que es un diseñador de espacios de aprendizaje en los que “se da” la matemática que desea proponer a sus alumnos. Este es el supuesto central de este documento. Se concibe al docente – apartándose del expositor y calificador de los aprendizajes de sus alumnos – de un creador de espacios de aprendizaje que luego acompaña a sus alumnos en el camino trazado por ese espacio, o por los que transiten los aprendices, como un facilitador, un mediador de aprendizajes con alta complejidad cognitiva y un desarrollo afectivo adulto.

Se trata de un investigador – desarrollador con experiencia en ciclos productivos de la forma: *Problema, alternativas de solución, diseño, puesta en práctica, validación y optimización*.

De algún modo, si se pone el acento en la producción, en la creación de espacios y en el acompañamiento a otros que buscan y se desarrollan con independencia, se oscurece la necesidad de ser un expositor que luego “pone notas”. En ese contexto la evaluación cambia de sentido, es el necesario feedback de la realidad a nuestras creaciones y las de los que van con nosotros. De paso, se desdibuja la concepción del currículo como un conjunto de objetivos iguales para todos los alumnos de un nivel dado y se vislumbra un currículo con pocos hitos fijos y mucho espacio para la exploración del saber y saber hacer matemático. Razón por la cual el conocimiento matemático de los y las educadoras debería ser más amplio y profundo que el que proponemos, hoy, en la mayoría de las escuelas de educación, a los futuros docentes.

Una dimensión deseable de un profesional es la de poseer un modo de pensar y un modo de hacer propios, fundados en el conocimiento de su área de especialidad y de una reflexión a partir de su práctica. ¿Cómo se construye un “pensamiento propio”? Para señalar sólo lo básico, supone una formación en un área del conocimiento que le permita ser un aprendiz independiente en ese campo, supone, además, una adscripción a la profesión, el sentirse parte está en la base de la seguridad que requiere construir ese modo de pensar y de actuar. En el caso que nos ocupa, supone un conocimiento sólido de la matemática y la pasión para no abandonar nunca el carácter de un “aprendiz de por vida” (Sólo el que va delante de un grupo, buscando, puede mostrar caminos).

Desde el comienzo de mi vida profesional sentí que había algo extraño en la forma que se usaba la expresión “perfeccionamiento”, al referirla a la profesión docente, más de algún ministro de educación se refirió a afirmaciones del tipo: “se perfeccionará a los profesores” o bien “exigiremos perfeccionamiento a los profesores”. Tal vez influido por Paulo Freire¹⁹ pensé, y en CIDE²⁰ publiqué un documento con la noción: “Se perfecciona quién pone a prueba sus ideas”. Un profesional se “actualiza” profesionalmente, se mantiene al día, crece como profesional, poniendo en práctica y, por lo tanto, a prueba, sus ideas o las que elabora con otros o a partir de la experiencia que la profesión genera como un todo.

Acerca de nuevas competencias

“Haciendo lo mismo lo más probable que terminemos en el mismo lugar”. Atribuido a Albert Einstein.

¿Cuáles son las competencias que favorece o propone el concepto de profesor esbozado?

Un docente, una docente profesional requiere de una formación disciplinaria fuerte. El conocimiento que fomentará en sus estudiantes debe existir, primero, en el docente. La matemática es una disciplina que puede dar ese núcleo a la formación inicial. Para enseñar se

¹⁹ “Nadie educa a nadie, el hombre se educa en interacción con el mundo” de Paulo Freire en Pedagogía del Oprimido.

²⁰ Centro de Investigación y Desarrollo de la Educación, operacional en Santiago de Chile desde la década de los sesenta hasta comienzos del siglo actual. Centro que tuvo notable influencia en los cambios de la educación chilena en ese período de tiempo y lo que siguió hasta el día de hoy.

requiere pasión y la pasión por la matemática es la que despertará las energías que sus futuros estudiantes requieren para aprender. Esa espina dorsal tiene dos vertientes, la matemática como disciplina y la didáctica de la matemática.

La formación disciplinaria unida íntimamente a la didáctica de esa especialidad, debe ser la base de la formación inicial y del desarrollo profesional posterior del profesional de la educación matemática. Es una componente que debemos cuidar, cultivar, analizar críticamente y construir currículos de formación que sean pertinentes a la vez que potentes.

Para responder a la hipótesis central de este documento, las primeras competencias que deseo proponer a consideración son las asociadas a la didáctica. Estamos en deuda con la didáctica. El país no cuenta con los especialistas que puedan formar profesores de matemática en más de ochenta escuelas de educación. Investigación, desarrollo y formación de alto nivel para un número importante de especialistas, es una prioridad.

Capacidad de **diseño**. Si se desea apartarse de un modelo de enseñanza centrado en la exposición hecha por el que enseña, es indispensable desarrollar la capacidad de expresar, en el espacio que se propone al estudiante, la matemática que se espera que aprenda. Mientras el conocimiento esté confinado a la cabeza del docente, casi el único, por lo menos el más usado de los vehículos de expresión, es la exposición. A la inversa si se espera que un profesional pueda generar espacios en los que sus estudiantes aprendan, éste, el profesor, deberá desarrollar capacidades de diseño. Esta es una capacidad de orden superior que requiere de mucha práctica y de mucho feedback en el proceso. Baste tomar como referencia la formación de arquitectos o diseñadores. Se lo logra creando soluciones y sometiendo las soluciones a la crítica de pares y profesores. Entre otras cosas, supone una forma de evaluación muy diferente a la que apelan las clases expositivas. Varias de las competencias que se mencionan más adelante refuerzan o complementan la capacidad de diseño. Esto es, la capacidad para adoptar decisiones bajo condiciones y limitaciones. Se trata de diseño en el contexto de la generación de soluciones problemas o situaciones específicas. Tales como diseñar una situación de aprendizaje, una unidad de enseñanza o un juego para explorar un concepto o modelo matemático.

Otra competencia o área de formación que está descuidada en las escuelas de educación y, en general, en el país, es la capacidad para escribir. Si partimos de uno de los aprendizajes de las ciencias cognitivas: “se aprende más al emitir que al recibir” (Jones, Li y Merrill, 1991). Un paso en el desarrollo de la capacidad para generar espacios de aprendizaje es la escritura, el desarrollo, en el estudiante, de las capacidades que le permiten **redactar informes técnicos**. Soy un profesor con formación en matemática y física. Tuve que aprender a escribir durante mi vida profesional. En todos mis cursos trabajo con los alumnos sus capacidades para redactar, para producir material escrito. A partir del supuesto de que la escritura es una fase inicial de la existencia de un producto, una clase, un material de enseñanza, una investigación o cualquier producción en educación que tenga posibilidad de existir, ser analizada y perdurar en el tiempo. La experiencia muestra que la capacidad para trabajar con literatura especializada y generar informes, proyectos o publicaciones, es una capacidad muy poco desarrollada en nuestro ambiente universitario. Esto último apunta a

la necesidad de que una escuela de formación de profesores esté en un ambiente de investigación y desarrollo.

Análisis, evaluación y eventualmente la creación de “**revisiones de la literatura**” y de “**estados el arte**”. Estas son capacidades que enriquecen la producción y la ponen de cara a las corrientes de pensamiento principales. Esta competencia apunta a un profesional que es un consumidor informado de conocimiento actualizado.

Análisis, evaluación, uso y eventualmente la **creación y operacionalización de “constructos teóricos”** (Montero, 1994). Esta es una, de varias competencias del ámbito de la investigación educacional, que aplican muy bien en la creación de innovaciones. Se trata de una competencia de muy alto nivel que posiblemente sea motivo de la formación en programas de graduados. Los estudiantes de pregrado pueden conocer, analizar, discutir y evaluar constructos teóricos y aprender acerca de cómo hacer operacional una idea o modelo. El ejercicio base remite a generar indicadores de la presencia de nociones abstractas. ¿Cómo reconocería en clase la presencia de una “buena disposición para aprender matemática”?

Medición, generación de instrumentos de medición, validación de instrumentos de medición. Esta es una competencia de orden superior que entrega herramientas poderosas al futuro profesor a la hora de evaluar los resultados e impactos de una innovación. Contribuye, además, a la competencia de que permite hacer operativos algunos conceptos o desarrollos teóricos. La noción de validez y confiabilidad son transferibles a la evaluación de innovaciones.

En Gage 21 Century Skills, citado en un documento que se incluye en las referencias: “**Habilidades del Siglo XXI**”, se señalan seis componentes del “pensamiento inventivo”:

Adaptabilidad y administración de la complejidad:

1. Gestión de sí mismo.
2. Curiosidad y análisis crítico.
3. Creatividad.
4. Toma de riesgos y
5. Pensamiento de alto nivel.

Ese documento es un buen incentivo para el pensamiento y la acción de nuestros estudiantes. Entrega una perspectiva general e introduce la pregunta que las tecnologías de la información están haciendo a los futuros docentes: ¿Cómo piensan, ¿cómo razonan, como resuelven problemas los niños y jóvenes –“nativos digitales” dicen algunos – que manejan con soltura y en forma habitual los recursos de procesamiento de la información? (Enlaces: www.enlaces.cl). Se trata de una pregunta nueva, generada por las tecnologías de la información. Los niños y jóvenes que se inician desde los primeros años de vida en interacción con esas tecnologías parecen estar procesando información de un modo diferente a los adultos o “inmigrantes digitales” como nos han llamado. Procesamiento de varios canales en simultáneos; manejo de diferentes niveles de información con códigos fragmentarios con eficacia; uso de varios canales para la comunicación; rapidez en la selección de información; énfasis en lo icónico por sobre lo alfabético, son algunas

diferencias que aparecen en la literatura. Nuestros alumnos, futuros profesores enseñarán en ambientes en que los “nativos digitales” serán la mayoría.

Aplicación del **ciclo: detección de un problema, manejo de alternativas, diseño de una solución, desarrollo de esta, puesta en práctica, evaluación y... nuevo ciclo**. Esta es la competencia que tal vez produce una diferencia en la formación inicial de un futuro docente. Es la capacidad que constituye el núcleo de los cursos que hago con futuros docentes. Este es un modelo base para el innovador, junto a la noción de “aproximaciones sucesivas”. La industria se ha desarrollado generando soluciones, poniéndolas a funcionar y perfeccionando la solución a la luz de los datos que la realidad entrega acerca de la efectividad, costo, uso y en general, acerca de todos los aspectos de una innovación. Que los estudiantes de pedagogía tengan la experiencia completa con uno o más ciclos de producción como el mencionado, constituye, en mi mejor comprensión de la experiencia docente que tengo, el núcleo o la herramienta de base para preparar profesores con capacidad innovadora.

Formación orientada a productos. Una cultura orientada a la creación de soluciones en educación y a validarlas. El foco aparente de gran parte de la docencia universitaria para docentes es prepararlos para “dictar clases” y “evaluar los resultados mediante pruebas”. En un paradigma diferente, la función central del profesor es la “creación de situaciones de aprendizaje” en las que sus estudiantes puedan explorar, eventualmente hacer conjeturas y ponerlas a prueba. Para lograrlo se requiere que la docencia en las escuelas de formación que adopten este paradigma, se oriente a la creación, por parte del estudiante se soluciones educacionales en las que sus estudiantes sean los actores. En la práctica una formación orientada más al logro de productos creados por los futuros docentes, más que la planificaciones de lecciones eminentemente orales o de pizarra.

La noción de evaluación de los aprendizajes también experimenta un cambio de foco y un cambio en las técnicas para su puesta en práctica. En efecto, la evaluación que con frecuencia emprende un innovador es la **evaluación de un programa o de un producto**. Es muy diferente evaluar los aprendizajes que evaluar la calidad de un material de enseñanza. Las técnicas son diferentes y la información que se busca también lo es. Adicionalmente, evaluando guías, material interactivo, software educativo u otro soporte para una situación de aprendizaje diseñada, se aprende mucho acerca de la propia capacidad para intervenir la realidad y facilitar el aprendizaje de otros.

¡Cómo cambia la actitud del evaluador si lo que se evalúa es la propia invención o la propia actuación! En este contexto buscamos apoyar a nuestros estudiantes para que sean creadores de situaciones de aprendizaje válidas, que aprendan a leer los datos de la realidad, que observen a sus alumnos aprendiendo. El cambio es notable. Si algo no resulta, si el alumno no se interesa o no comprende o se encuentra desorientado, es el producto o la situación la que debemos corregir, no son nuestros alumnos los que fallan no saben o no aprenden. Cambia el centro de gravedad de la evaluación. El profesional que lo hace aprende mucho acerca de sí mismo de la forma que cree efectiva de enseñar y, naturalmente, acerca de cómo generar situaciones efectivas. Una ventaja notable de este enfoque es que los productos son acumulativos y la experiencia acerca de su uso

hace al diseñador más efectivo con la experiencia. Desafío a mis alumnos a crear situaciones y luego “materializarlas”, plasmarlas en condiciones tales que sean **replicables**. Guías de aprendizaje, objetos físicos, juegos, applets²¹, simulaciones, fotografías, vídeos, modelos u otras formas de generar espacios en los que sea posible explorar conceptos, procedimiento o modelos matemáticos. ¿Su propósito? Que sean los propios aprendices quienes descubran las relaciones o ideas matemáticas.

Uso no trivial de las tecnologías de la información. El computador es una excelente aproximación a una “máquina universal” en el sentido de Alain Turing, el lógico matemático británico que dio fundamentos teóricos a la informática. Esto significa que es posible generar modelos informáticos para todo sistema que pueda ser descrito formalmente. Es una forma de decir lo que estamos presenciando, los modelos informáticos intervienen en casi todos los procesos de la actuación de los seres humanos. Esto es una oportunidad para la innovación en educación. De aquí que formar a los futuros docentes en computación y comunicaciones, los provee de nuevos y variados recursos para expresar su creatividad en las formas de enseñar y de aprender (Ministerio de Educación, 2006).

Mis alumnos, futuros profesores y profesoras de matemática y computación²², fueron desafiados a generar situaciones de aprendizaje en los que se requiere de “visualización” de nociones o modelos matemáticos, usando procesadores simbólicos y geométricos. Se trata de generar objetos dinámicos con los cuales es posible experimentar con esos conceptos o modelos. El desafío es generar situaciones que faciliten el descubrimiento de relaciones o conjeturas que luego pueden ser puestas a prueba. También deben generar “mini” cursos a distancia usando herramientas de “e-learning”, de modo que luego puedan ser usuarios avanzados de sistemas que acercan a alumnos con sus profesores mediante las comunicaciones. Esto para decir que tratamos que aprendan acerca de innovaciones, tomando contacto con proyectos reales y luego creando ellos mismos sus soluciones.

Las competencias de interacción interpersonal y la relación profesional – alumnos. Enfatizar la dimensión diseño – acción – innovación – experimentación, también tiene impacto e el tipo de competencias interpersonales que debe tener el profesional de la educación. En efecto, el modelo eminentemente expositivo apela a sus competencias como orador y orientador de los aprendizajes de sus estudiantes. Un modelo orientado a la creación de espacios de aprendizaje y la forma en que luego se generan las interacciones en ese espacio, hace, de un lado que esas interacciones sean parte de lo que es necesario diseñar y, de otra, una vez en acción la situación de aprendizaje apela a relaciones diferentes a las de una sala de clases expositiva. Observar, responder preguntas, aprovechar las situaciones emergentes para provocar nuevas motivaciones, conciliar puntos de vista, integrar discursos diferentes, aceptar el error y los puntos muertos de

²¹Estos son objetos digitales animados o interactivos, que pueden ser tratados en un ambiente como HTML, el que se usa para crear espacios en Internet.

²²Alumnos de la carrera de Educación Matemática y Computación de la Universidad de Santiago.

una investigación o de un proyecto, entre otras interacciones, obliga a repensar la dimensión interacciones personales del docente.

Acerca del medio ambiente favorable para la formación inicial docente: un contexto de I+D en matemática y en didáctica

“Puestos en las mismas condiciones, tendemos a actuar de la misma manera”. En la cubierta de una tesis doctoral en la biblioteca de la Universidad de Pensilvania –Penn State University-, en los años setenta.

Al hacer este análisis he puesto la atención en las componentes de la formación inicial docente que se refieren a la acción, en particular, a la de transformar en acciones ideas o formulaciones teóricas. El ambiente en que estas competencias se dan naturalmente es el ambiente de investigación y desarrollo. La investigación apuntando a la creación de conocimiento y el desarrollo a su puesta en práctica en vistas a problemas reales de personas, instituciones y situaciones que puedan beneficiarse de esos desarrollos.

Si una escuela de formación inicial cuenta con profesionales comprometidos en esas tareas, si la investigación y la innovación es su ambiente e trabajo, esos docentes, en una tal escuela, ciertamente estarán en condiciones óptimas de ofrecer a sus estudiantes experiencia directa con la generación, puesta en práctica, evaluación y eventuales optimizaciones de las innovaciones que como profesionales realizan. Con naturalidad, casi necesariamente, esos futuros docentes darán sus primeros pasos en la profesión en contacto con los resultados de la investigación, estarán en contacto con las principales corrientes de pensamiento del campo en el que ingresan.

Participar como observadores, como ayudantes de diseño y/o de desarrollo de situaciones de aprendizaje innovativas, tiene la fuerza del trabajo realista, de cara a las condiciones en que las innovaciones se generan y se aplican. Es la situación óptima para formar futuros docentes con capacidad y voluntad de innovación.

Para terminar este análisis, algunas ideas acerca de los programas de formación inicial que podrían propiciar profesionales con las características y competencias como las descritas. Tal vez la mayor diferencia de un programa de formación inicial tal como se los conoce es la dimensión de diseño, producción y evaluación orientada a productos. Es la dimensión del hacer asociada a un pensamiento. Por oposición, en la mayoría de los programas que conozco se enfatiza la dimensión del saber y se minimiza o no se asume responsabilidad en la dimensión del hacer.

Se puede comenzar observando los programas de formación de arquitectos, diseñadores, pintores, escenógrafos, cineastas y de la producción audiovisual, en cuanto a la dimensión del diseño y el desarrollo. La capacidad para crear, aplicar y evaluar situaciones de aprendizaje requiere de manejo del espacio, los recursos y las relaciones interpersonales y las que se establecen entre el que aprende y el conocimiento que se le propone. Una visión antropológica podría complementar lo que habitualmente se hace apoyando parte de la formación de docentes en psicología y sociología. De este modo las capacidades necesarias para diseñar interacciones humanas, de observarlas y de construir a partir de esas interacciones, podría enriquecerse.

La capacidad para producir, analizar y seleccionar texto escrito de calidad, se vería favorecida a partir de los aportes de la lingüística y de los aprendizajes actuales acerca del texto escrito y audiovisual.

La dimensión experimentación se puede nutrir de las tradiciones de la investigación y el desarrollo. Indagación, diseño de maquetas, simulaciones, puesta a prueba de prototipos, son formas de trabajo que contribuirían a la formación de un creador y gestor de espacios de aprendizaje efectivos y mejorables en el tiempo.

En la actualidad todos los campos mencionados están fuertemente influidos por el desarrollo de las tecnologías digitales. No es el caso de la educación, a pesar que esas tecnologías, en especial en su dimensión comunicaciones, están abriendo el campo de lo que es o puede ser un programa educativo. En la formación de un docente que posee la dimensión del hacer, estas tecnologías ofrecen un potencial nuevo, en rápida expansión y con muchas posibilidades.

¿Puede cambiar el currículo de una escuela de educación?

A continuación, unas palabras acerca de las posibilidades cambio en una escuela de formación inicial docente y un cuento con moraleja.

La primera respuesta a esta pregunta es cautelosamente negativa. La experiencia muestra que es muy difícil que una escuela universitaria experimente un cambio que afecte el tipo de profesional para la que está instalada. Las prácticas de sala de clases –en las instituciones a las que me refiero en este trabajo- también son muy similares. Los cambios que conozco fueron provocados desde el exterior a las escuelas de educación. Un cambio notable y con efectos discutibles fue el efecto de la estructura de ocho y cuatro años del sistema de educación nacional, esa fue una decisión de gobierno. La eliminación de las escuelas normales, reforma de la cual aún no se recupera la educación elemental nacional, también excedió los alcances de las facultades de educación o de las escuelas de educación. La separación de las escuelas de educación de las universidades estatales, fue decidida por el gobierno militar; la supresión del Francés de la formación inicial tuvo su origen en una medida que salió del Ministerio de Educación; los antes referidos cuatro años de formación inicial, también fue una decisión externa a las escuelas de educación; la multiplicación de las escuelas de educación en el país estuvo motivada por la ley general de educación del año

1980 los estándares de formación inicial y la política de acreditación también tiene su origen fuera de las instituciones de formación inicial. Puedo concluir que los cambios tienden a ser provocados por agentes externos. El modelo de base lo estableció el antiguo Instituto Pedagógico. Una segunda característica del campo es la similitud de los programas de formación inicial. En efecto, si se comparan las “mallas curriculares” se puede observar que existen muchas semejanzas y hasta réplicas. De otra, el efecto de normativas externas, hacen que se haya generalizado un plan de estudio de cuatro años. La política de acreditación ha contribuido, también, a hacer más homogéneo el patrón, ya similar, estas instituciones.

Una historia con moraleja. Trabajé durante 31 años en un programa de formación inicial docente. Sólo al final de ese período se realizó un cambio en la malla curricular del programa de formación docente. Ese cambio fue forzado por una comisión de acreditación. A la inversa, fui alumno de un programa de formación que duró cinco años. El director de ese programa hizo cambios significativos a lo que hoy se llama malla curricular por lo menos cuatro veces en ese período de tiempo. Cada cambio fue un beneficio en la vida profesional de los que estudiamos allí. Dije el Director, porque así lo observé en su momento. Fue Rubén Toro quién introdujo electrónica –con un docente pedido a la industria electrónica- con el argumento: “El futuro está en la electrónica”. En efecto el año 1962 pude trabajar con mis estudiantes los fundamentos del televisor recién llegado al país ese año, más adelante, pude aprovechar las ofertas de un post grado en Pensilvania. El conocimiento en electrónica hizo que me interesase, primero, y pudiese acceder después a Ciencias de la Computación, antes de que esos sistemas llegasen al país. El mismo director introdujo la “Observación de clases”, reuniendo en un auditorio a todos los alumnos del programa y a todos los profesores a observa “mini clases” -tuve que exponerme en ese escenario- que eran luego analizadas criticadas públicamente. ¡Muy japonés! En una oportunidad nos reuní en el pasillo del Pedagógico y comentó “el que no sepa álgebra abstracta quedará obsoleto en un par de años”, resultado, tuvimos, el año siguiente, nuestro quinto año, un curso anual, intenso, (excelente por lo demás) de Álgebra que hizo que algunos de los egresados fuimos contratados por la OEA para trabajar con docentes en servicio en “Matemática Moderna”. También introdujo –cambiando lo que hacía en ese momento la Escuela, Astronomía y Astrofísica, cuarenta años antes del auge del Norte de Chile como centro de los observatorios internacionales que hoy existen en la zona. Aprovechando la presencia de un académico croata, el decano de la época agregó un curso de “Historia del conocimiento”. Fue muy influyente en mi vida profesional –si tiene la oportunidad de conocer mi pequeña biblioteca- observará una fila larga de libros de historia del pensamiento matemático. Mis estudiantes siempre supieron quién, cuándo y -cuando yo lo supe-, el porqué de los conocimientos matemáticos que trabajamos. El cuento muestra un caso de visión, autonomía de pensamiento, voluntad y la capacidad para cambiar. Deseo lo mismo para los que se preparan para docentes hoy. Que estén dirigidos, sus programas, por académicos, directivos con visión, voluntad y capacidad para preparar hoy a los que tendrán la responsabilidad de preparar a miles en el futuro. Futuro cambiante y desafiante, que exige capacidad para responder y responder adecuadamente.

En síntesis

Propongo que trabajemos para definir, primero, y para poner en acción programas de formación inicial con base en una imagen clara, potente de profesional. En vistas a una profesión con fuerte formación disciplinaria que apele a la creatividad, a la capacidad para crear visiones, para plasmar esas visiones en acciones y materialidades, persistencia, capacidad para evaluar en el proceso y corregir y, hasta cambiar, una estrategia, hacer coincidir voluntades, muchas veces supone trabajo en equipo, sortear o sobrepasar barreras. En cierto sentido, educar es un estado de ser, un estado de ánimo. Lo más que podemos hacer es generar las condiciones para que el estudiante experimente con la creación de propuestas y acompañarlo en el proceso de validación y/o de optimización. Se requiere de un ambiente para facilitar la creatividad. De una parte, de un ambiente estimulante, en el que la innovación y las actuaciones de quienes las generan y ponen en práctica le sean ofrecidas al que se prepara en estas materias. Esa es la razón de propiciar un ambiente de investigación y desarrollo. De otra, la creatividad es una capacidad innata en el ser humano, pero la experiencia muestra que puede ser alentada, inhibida y hasta suprimida, según sea el feedback que el que aprende experimenta. “Con esa profesora – en una licenciatura – tuve la primera experiencia en que pensé que mis ideas eran valiosas”, expresión de un futuro profesor al saludar a su maestra de cursos anteriores. “En este curso mis preguntas no sólo fueron escuchadas y atendidas, sino que sentí que eran valoradas” dijo una alumna al preguntarle acerca de su motivación manifiesta por crear software para la enseñanza, luego de haber ingresado al curso con el concepto de –y haber declarado- “ser nula” para la computación.

Se propone considerar varias dimensiones de un programa de formación inicial docente.

Revisar el tiempo en que se forma un o una docente. Cuatro años puede ser adecuado y puede no serlo. El tiempo es el necesario y, naturalmente se relaciona con la existencia de post grados y post títulos. La especialización y el desarrollo profesional continuo es lo que se requiere.

Se puede considerar tres, en vez de dos tipos de docente. Uno para cada uno de los sub ciclos de cuatro años: un profesional para 1° a 4° grado. Otro, con dos áreas disciplinarias, para los cuatro niveles siguientes y un tercero, que se acerca o corresponde a un post grado en la disciplina y/o en la didáctica de la disciplina para los últimos cuatro años del sistema de educación.

Considerar una política progresiva de exigencia de post grados en educación. Finlandia lo inició en los años setenta comenzando por los docentes de los grados 11 y 12.

Considera una dimensión, llamémosla de ingeniería didáctica con foco en la creación de espacios de aprendizaje efectivos y técnicamente diseñados, desarrollados, validados y optimizados. Es un área en la que se puede generar estudios tendientes a un rediseño profundo de la formación inicial docente. Un corolario posible se refiere a cursos muy arraigados en la formación inicial docente como lo son psicología del aprendizaje, sociología y filosofía de la educación. Tal vez estos son cursos para el post grado, a modo de una reflexión acerca de las prácticas, al menos, merece una revisión.

Considerar un modelo de formación inicial en el que los futuros docentes puedan elegir una especialidad (su “mayor”) y una segunda especialidad en psicología, sociología, filosofía, ciencias de la computación u otra área (sería el “menor”). En un apartado anterior se argumentó que de este modo se podría enriquecer la oferta que representa cada profesor.

Analizar y proceder en consecuencia de ese análisis lo que podemos llamar la “calidad de la vida profesional y personal del o la docente”. Esta dimensión del asunto que tratamos es decisiva. En efecto, las personas que eligen la profesión docente lo hacen también en función de lo que la profesión les ofrece como desarrollo potencial.

Hacer un cambio profundo en la forma en que se trabajan las tecnologías digitales en la formación inicial docente. En particular, lo que un profesional con formación en matemática puede ofrecer a sus estudiantes en cuanto a una comprensión profunda del espacio digital y para acompañarlos en el logro de las competencias que hará de ellos y ellas actores y no receptores pasivos de las tecnologías digitales y de las comunicaciones.

La cultura, la vida misma, el planeta está en cambios profundos. Un profesional docente se forma en unos pocos años y luego influye en las vidas de miles de estudiantes durante 30, 40 y más años. Este presente y más, el futuro que sólo podemos vislumbrar pide cambios profundos y generativos en la forma en que concebimos la educación, por lo tanto en la forma en que se preparan los profesionales que serán los responsables del campo durante las próximas décadas.

Si los sistemas educativos experimentan reformas periódicas, o como preferimos pensar muchos, requieren de revisiones y cambios permanentes, si esperamos contribuir a la formación de profesionales de la educación con pensamiento propio y con libertad en la acción y si “se perfecciona, se actualiza, el profesional que pone a prueba sus ideas”, cuidar, en los programas de formación inicial de docentes, la componente del “saber hacer” a la luz del mejor conocimiento disponible, con seguridad que nos acercará a nuestros propósitos de una educación mejor para todos. Gracias.

Referencias

Jones, M.K., Li, Z. y Merrill, M.D. (1991). Domain Knowledge Representation for Instructional Analysis. **Educational Technology**, 30(10), 7-32.

Keneth Travers y Leonardo Lavanderos (2015). **From Manufacture to Mindfactory: A Relational Viable Systems Theory**. IGI Global, Hershey, PA, USA.

KhanAcademy: <https://es.khanacademy.org/>

Marc Prensky (2001). “Digital natives, Digital immigrants”. *OntheHorizon*. 9(5): 1-6.

Ministerio de Educación de Chile, (2006). **Estándares en Tecnología de la Información y la Comunicación para la Formación Inicial Docente**. www.mineduc.cl , www.enlaces.cl

Montero, Patricio. (1994). **El Desarrollo y la Validación de Constructor: un enfoque para mejorar la educación**. Santiago- Chile: Editorial Edu Chile.

Oteiza Morra, Fidel. (2015). “Una visión acerca de la Educación Matemática en Chile: Cómo caracterizar su presente, los principales hitos del proceso de llegar allí y cómo pensar el futuro”, en **La Educación Matemática en el Siglo XXI**, Xicoténcatl Martínez Ruiz y Patricia Camarena Gallardo, editores. Colección Paideia, Siglo XXI, México, Instituto Politécnico Nacional.

Oteiza, Fidel y Hernán Miranda, (2010). “Condiciones para el uso educativo de las tecnologías digitales”, en **El Libro Abierto de la Informática Educativa, lecciones y desafíos de la Red Enlaces**, Alejandro Bilbao y Álvaro Salinas (Eds.), pp. 150- 171. Santiago, Chile: Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación.

Oteiza, Fidel. (2006b). “Tienen Impacto las Tecnologías Tic’s en los Aprendizajes”. En: www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=193539

Oteiza Morra, Fidel y Hernán Miranda Vera (2004). **Modelo interactivo para el aprendizaje matemático**. Santiago, Chile: Editorial Zigzag. FONDEF N° DOOI 1073: “Aprender Matemática creando soluciones”, financiado por la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT. También en: www.comenius.usach.cl

Resnick, Mitchel (2017). **Lifelong Kindergarten**. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, EE.UU.

Sugata Mitra en TED’s:

https://www.ted.com/talks/sugata_mitra_the_child_driven_education?language=es

ThePartnershipfor 21st Century Skills (2004). “Habilidades del siglo XXI”: Traducido y adaptado de: <http://www.21stcenturyskills.org/>

Wolfram Alpha: <https://www.wolframalpha.com/>