

¿Por qué a la didáctica, la epistemología, la informática y a las habilidades matemáticas, les cuesta tanto ingresar a una clase de Matemática?¹

Fidel Oteiza Morra

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

Paulo Freire

Resumen

La didáctica es el corazón de la educación matemática y una tarea preferente de educadores e investigadores en todo el mundo; la epistemología es el conocimiento acerca de la naturaleza del conocimiento matemático; las tecnologías digitales son la sustancia con la que se construye el espacio simbólico en el que viven y vivirán los que son nuestros alumnos hoy y las habilidades matemáticas son el foco de las reformas curriculares de la disciplina en los últimos decenios. La escuela, y en ella la clase de matemática, se resiste. Prevalece la enseñanza por sobre el aprendizaje, la exposición de parte de un adulto por sobre el hacer matemático de los alumnos, el acento en los contenidos y algoritmos por sobre las habilidades propias del hacer matemático. En esta oportunidad se buscan *supuestos y creencias* que podrían servir de base a la discrepancia entre lo que se espera suceda en la clase de matemática y lo que en ella se observa realmente. El análisis busca comprender cuáles son las fuerzas que entorpecen o inhiben la necesaria evolución de la escuela y del sistema escolar.

Palabras clave: didáctica, epistemología, tecnologías digitales, habilidades matemáticas, creencias, formación inicial docente, supuestos que sustentan la organización escolar.

Abstract²

The approach to teaching is the heart of Mathematical Education and a preferred task of educators and researchers around the world. Epistemology is knowledge about the nature of mathematical knowledge. Digital technologies are the substance with which the symbolic space in which our students live and will live today is built. Mathematical skills are the

F. Oteiza

Ex-presidente CIAEM

Chile

fidel.oteiza@gmail.com

¹ Este trabajo corresponde a una conferencia paralela dictada por el autor en la XV CIAEM, celebrada en Medellín, Colombia, del 5 al 10 de mayo de 2019.

² El resumen y las palabras clave en inglés fueron agregados por los editores.

Recibido por los editores el 18 de junio de 2019 y aceptado el 3 de agosto de 2019.

Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática. 2019. Año 14. Número 18. pp 101–116. Costa Rica

focus of the curricular reforms of the discipline in recent decades. The school, and in it the Mathematics classroom, resists. Teaching prevails over learning. Adult presentations are more common than students doing Mathematics. There is an emphasis on content and algorithms over the abilities needed for mathematical work. Here we look for the assumptions and beliefs that could serve as a basis for the discrepancy between what is expected to happen in the Mathematics classroom and what is actually observed in it. The analysis seeks to understand what are the forces that hinder or inhibit the necessary evolution of the school and the school system.

Keywords: teaching, epistemology, digital technologies, mathematical skills, beliefs, initial teacher education, assumptions that support the school organization.

1. Las motivaciones, las preguntas

"La preguntas, una vez formuladas, buscan activamente su respuesta".

Gregory Bateson, 1972

¿Qué explica la prevalencia hegemónica de la clase eminentemente expositiva en nuestras escuelas, institutos y universidades³?

¿Qué hace que lo que ve un matemático, una matemática, cuando reconocen la estética de un razonamiento o la belleza de una fórmula o lo que hacen cuando enfrentan un problema nuevo, no sea parte de la experiencia de niños y jóvenes en la clase de matemática?

¿Quién, en nuestras escuelas, está en condiciones de acompañar a niños, niñas y jóvenes en la comprensión acerca de lo que hace su teléfono? Más aún, ¿En la comprensión de las noticias⁴?

Y, si aceptamos que aprender a pescar es más poderoso que recibir de regalo un pescado, ¿Por qué se requiere de investigaciones, documentos, congresos y reformas para que las habilidades para hacer matemática sean consideradas en la clase de matemática?

¿Por qué le es tan difícil a la didáctica de la matemática, el pensar acerca del pensar, a las tecnologías de la información y comunicaciones, a las habilidades para hacer matemática y a la vida misma, ingresar a una clase de matemática?

Y, para buscar posibles respuestas a estas preguntas y poner un foco a lo que sigue, nos concentremos en la pregunta: ¿Cuáles son los *supuestos, las creencias y las convicciones* en maestros, directivos docentes, investigadores y ejecutivos de nuestros gobiernos, que podrían explicar la situación antes descrita?

³ Las clases de matemática, en las palabras de Roberto Araya, -luego de analizar cientos de videos de clases recopilados en Chile-: "predecibles y sin participación de los alumnos", "El profesor explica ejercicios en la pizarra, los alumnos escuchan. (...) casi no hay uso de textos ni de tecnología".

⁴ En la prensa: "El aterrizaje de *algoritmos inversionistas* que podrían transformar la industria" El Mercurio, 24 de febrero, 2019.

2. Un argumento y por qué buscar las creencias

El modelo de escuela que prevalece en la actualidad tiene un norte diferente al que señalan las reformas educacionales de los últimos decenios, es, además, un modelo saturado –en el sentido que da la teoría de innovaciones: pequeñas mejoras son muy difíciles y costosas– y, en torno a ese modelo se ha instalado una enorme maquinaria que incluye ministerios de educación, universidades, formación de docentes, investigación, diseño de los currículos nacionales y toda una política educativa que se centra en la evaluación y la supervisión de resultados y de los aspectos formales del sistema. Esa estructura y la política educativa descansan en supuestos y creencias sobre lo que es educación, lo que es educar, aprender, enseñar; así como acerca de cuáles son los objetivos de aprendizaje válidos y qué es evaluar, esa política –y naturalmente toda esa estructura–, refuerza, cristaliza el modelo y lo hace inamovible.

En particular, la actual política de evaluación y de supervisión –que favorece la "selección por sobre el cultivo de talentos"– tiende a congelar el sistema impidiendo su necesaria evolución.

El tramado, la compleja gama de factores que son causa y, a la vez, efectos de estas estructuras se fundamentan en *supuestos, creencias y costumbres* –la mayor parte implícitas y no conscientes– entre los cuales podíamos encontrar causales o –al menos– variables sobre las cuales se podría actuar. Se propone, en esta oportunidad buscar y enunciar esas creencias.

Lo que sigue no es una diatriba contra la escuela. Somos hijos de la escuela que es parte del esfuerzo de la humanidad por ser más humana y crecer. En el mundo y en particular en nuestra América, nuestras naciones son hijas y madres de la escuela. Existen, siempre han existido, maestros y maestras notables, escuelas y experiencias ejemplares. Tampoco buscamos negar la acción de innovadores ni de innovaciones extremadamente valiosas. Antes bien esas realizaciones señeras nos alientan a abrirles caminos que puedan extender su inspiración a muchos, a la mayoría que no recibe ese efecto benéfico. No es que la educación sea mala, es que sus propios resultados muestran lo que puede cambiar.

3. A la búsqueda de supuestos y creencias

La didáctica de la matemática no puede asistir a la clase de matemática

Esta gran ausente deja fuera el sentido de hacer matemática. Deja fuera de la sala lo que sabemos acerca de cómo facilitar los aprendizajes en matemática.

Si tomamos una foto de una sala de clases y la hacemos circular por el mundo comparándola con otras salas de clases, la homogeneidad será patente. El rol de los actores está definido y es también uniforme. En la foto – mirando desde el frente, dónde está el o la docente– los bancos sólo dejan ver caras y manos. Caras que esperamos muestren atención y manos que anoten las lecciones del o la profesora. La sala de clases más frecuente, con sus bancos, al cortar la figura, oculta el cuerpo. ¿Educación integral? El contraste entre lo que podemos observar en la mayoría de las salas de clases y el ideal de Fröebel es notable. En efecto,

el educador alemán propiciaba la actuación del que aprende, la emisión, por sobre la mera recepción⁵.

¿Cuántas decisiones toma un alumno durante una clase?, ¿Cuántas de las interacciones entre personas que se dan en la sala fueron iniciadas por un alumno? Digamos lo que queramos, pero tenemos que aceptar que los estudiantes llegan a la sala a esperar que el docente actúe y les diga lo que hay que hacer. Estamos afirmando que el esquema que usamos para gestionar la enseñanza conduce, casi necesariamente, a una situación en la que el estudiante es receptor pasivo.

Posibles creencias. "Aprendemos cuando incorporamos información", "nuestros alumnos aprenden cuando escuchan, leen, cuando atienden". En oposición a lo que enseña la psicología: aprendemos más, con efectos más duraderos y con la capacidad para aplicar lo aprendido, cuando "emitimos". Es más poderosa la emisión que la recepción. Y, la sala de clases habitual está construida para que los y las alumnas reciban las instrucciones de sus maestros y maestras. En consecuencia, se pone toda la atención en lo que los estudiantes recibirán, lo que escucharán, verán o leerán. Quedan fuera lo que dirán, escribirán, argumentarán, resolverán, graficarán, expondrán y todo verbo de acción.

El físico Richard Feynman, Premio Nobel 1965, lo expresó de este modo: "Lo que no puedo crear, no lo entiendo"⁶. Cambiar la polaridad, de la *recepción a la emisión*, aceptando que "aprendemos más y de mejor manera cuando emitimos, que cuando recibimos", podría ser el mayor factor de innovación en la institución escolar. La emisión, la construcción, la creación apelan a un espacio que facilite la producción, a un taller, más que a la sala de clases, un dispositivo, este último, diseñado para atender, escuchar, poner la vista al frente, en resumen, ¡para recibir!

La misma creencia, aprendemos cuando recibimos, orienta los programas de formación inicial docentes. En efecto, en general, se forma "preceptores" en un área del conocimiento. Profesionales que puedan exponer, explicar un saber. La didáctica, dice la experiencia, no es un eje en la formación inicial docente. Se da mucho espacio a temas generales, pensando en un intelectual expositor más que en creadores y creadoras de espacios de aprendizaje. *Crear espacios* es tema de diseño. ¿Se forma en diseño a los futuros y futuras docentes?

Estas creencias también están detrás de las razones por las que las habilidades matemáticas no son parte de las prácticas en la sala. En efecto, resolver, representar, modelar, argumentar, son verbos de acción, de emisión, no de recepción.

La metáfora de formación inicial prevalente se opone a la de una persona con fuerte y pensada formación matemática, con un dominio amplio de la didáctica y con capacidad de diseño. ¿Por qué diseño? Porque si se busca poner el foco en la emisión, más que docentes que en la explicación, se buscaría profesionales con las capacidades necesarias para crear y proponer espacios en los que se exprese o se pueda experimentar con la matemática que se espera los alumnos aprendan. En esta visión, un educador es un creador de situaciones y espacios de aprendizaje, en esta visión se requiere capacidad de diseño.

⁵ Para un análisis del pensamiento de Fröbel, ver Helmut Heiland (1993).

⁶ Citado en: sitio: <http://www.frasesypensamientos.com.ar/autor/richard-phillips-feynman.html>

Si, regresando a Paulo Freire citado al comienzo, "*Nadie le enseña nada a nadie*", ¿Qué hace un educador?, ¿enseñar? Sería negar la negación de Freire. La respuesta está en la segunda afirmación del educador brasileño, "*todos aprendemos en interacción con el mundo*". Nos corresponde "diseñar el mundo" para facilitar el aprendizaje. Crear las condiciones para que esas interacciones con el mundo le den a niños, niñas y jóvenes la oportunidad de hacer matemática. Diseñar los espacios para que en estos se dé la matemática que consideramos valiosa para ellos.

Esto es nuevo, al menos diferente a lo observable en escuelas de formación inicial, se requiere aprender acerca de la 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 de matemática deberá desarrollar capacidades de diseño. Esta es una capacidad de orden superior que requiere de una formación bien específica, mucha práctica y de mucho feedback en el proceso. Se puede tomar como referencia la formación de arquitectos o diseñadores. Esto se logra creando soluciones y sometiendo las soluciones a la crítica de pares y especialistas. Entre otras cosas, supone una forma de evaluación muy diferente a la que apelan las clases expositivas.

La epistemología está ausente de la clase de matemática

Los fundamentos de la matemática, su historia y su epistemología no forman parte de la mayoría de los programas de formación docentes.

De la mano con la epistemología, se queda fuera la historia del conocimiento matemático, quienes lo crearon, cuándo lo hicieron y en respuesta a qué lo hicieron. Aquello que le otorga sentido a un aprendizaje en la disciplina.

Gregory Bateson (1972) afirma que es imposible que alguien carezca de una epistemología. Lo que es poco frecuente, es que se haya hecho consciente la propia concepción epistemológica.

La manera en que usualmente se enseña la matemática tiende a formar en el estudiante una profunda confianza en el conocimiento matemático. Esto es, una concepción epistemológica acrítica que le impide comprender que, en torno al conocimiento matemático, a lo que es la matemática y lo que es hacer matemática, existe una controversia permanente muy bien expresada por Davis y Hersh (1981) -en su clásico "The Mathematical Experience"- también en Steen (1990).

El conocimiento es tan seguro, firme y permanente como el suelo que pisamos. Sentimos que nuestros pasos los damos sobre terreno sólido y seguro hasta que sabemos que gira, que oscila como un trompo, que se traslada en torno al Sol, que vibra, que se desplaza a gran velocidad siguiendo al Sol, y que éste se dirige hacia algunas estrellas que se alejan, en una galaxia que también se mueve, en un espacio cuyos límites no conocemos.

Nuestro sistema cognoscitivo y el conocimiento también lo sentimos seguro hasta que comenzamos a indagar con el mismo sistema acerca del cual indagamos sobre su naturaleza.

La epistemología es más básica que cualquier otra teoría particular, y se ocupa de las reglas que gobiernan el funcionamiento de la cognición humana. Bateson se refiere a la epistemología como el pensamiento que procura establecer de qué manera los organismos conocen, piensan y deciden.

En definitiva, todos los seres humanos desarrollamos una concepción específica, acerca de cómo pensamos, que suele no consciente. Esta concepción, generalmente implícita, juega un rol y una influencia fundamental en las acciones y procesos desarrollados por el sujeto que media el aprendizaje de otro. También es nuestra limitante, en las palabras de Bateson, citado por Lagos Garay (2004).

. ... nosotros (seres humanos del siglo XX) no sabemos reflexionar sobre los fundamentos de nuestros propios pensamientos. Al pensar lineal y representacionalmente respecto de nuestra relación con el mundo, castramos y reducimos nuestra propia observación sobre el mundo que observamos, y –así pensando– construimos ese mundo. Nuestros modos lineales de reflexión cierran muchos (otros) modos de establecer relaciones entre múltiples procesos fragmentados que sin embargo sí están y pueden ser "conectados" de algún modo. Nuestro modo lineal de reflexión nos impone una sola relación posible, dejándonos ciegos así al inmenso arco de otras relaciones construibles y a descubrir. Bateson buscará siempre poner en evidencia esos otros arcos relacionales. Esas son sus "pautas (*patterns*) que conectan". Ese es el cambio cultural. Aprender a ver de un modo diferente. (19).

Posibles creencias. "La epistemología es materia de filósofos". "Hay que saber matemática para intentar la epistemología". "Para enseñar matemáticas basta con saber matemáticas". "Saber matemática es ser capaz de resolver los problemas que nos pone la escuela".

Creencias alejadas del pensamiento Bateson. Adicionalmente, dejan fuera la metacognición, el pensar sobre el conocer y, naturalmente, oculta el tejido, lo que sustenta y conecta las ramas de la matemática y la matemática con todas las áreas del conocer y del hacer.

Estas creencias dejan fuera las habilidades que caracterizan a quien hace matemática, disponer de las herramientas para enfrentar todo tipo de problemas matemáticos; distinguir, por ejemplo, lo que es de lo que no es matemática. Difícil acercarse a las habilidades matemáticas sin conocer la naturaleza del hacer matemático.

¿Qué formación reciben los docentes en matemática? ¿Cuál es la experiencia matemática de los futuros docentes? Se trata de una vieja cuestión. Una visita a la obra de Félix Klein puede ser inspiradora. En una conferencia en el ICMI, en México, Jeremy Kilpatrick lo hizo notar. En la introducción al primer tomo de los tres que publicó Klein, en la edición en inglés de 2016, se lee:

Impresos durante un siglo, los textos de Klein han sido usados en incontables cursos para docentes, tanto en formación como en ejercicio. Son un ejemplo excelente de lo que hoy se denomina "conocimiento matemático para la enseñanza"⁷. (...) ningún matemático ha tenido

⁷ "Mathematical knowledge for teaching" en el original.

una mayor influencia en educación matemática, como campo de estudio y como práctica⁸ (Kilpatrick, p. 2016).

La obra citada, el primer tomo data de 1908 y el tercero de veinte años después, fue escrita para la formación inicial docente. El enfoque se expresa en el título: "Matemática elemental desde un punto de vista superior". El conjunto impresiona por lo contundente, lo cercano a los temas en desarrollo en la época que fue escrito, las discusiones epistemológicas y la inclusión de la historia de la matemática como parte de la formación matemática de los futuros docentes.

Un invitado más reciente también se queda fuera, las tecnologías digitales

La educación tiene un objetivo explícito, preparar a las futuras generaciones para el mundo en que les corresponderá actuar. ¿Alguna duda que en el que le corresponde a la generación que está hoy en la escuela les tocará actuar en un espacio de abstracción creciente construido con tecnologías digitales?

La clase de matemática es una de las que menos uso hace de las tecnologías de la información. Y esto, teniendo en cuenta que las tecnologías digitales y la matemática están íntima e inseparablemente relacionadas. Y, que los profesores de matemática –por su conocimiento de la disciplina que les es propia– son los más cercanos a esas tecnologías, tal vez los únicos que podrían llevar ciencias de la computación a la escuela.

Han pasado 74 años desde la creación de los primeros computadores; 57 desde el primer computador personal ofrecido en el mercado, el Olivetti "Programma 101", –el que usó la NASA en su programa que llevó al hombre a la Luna–. Han transcurrido 51 años desde el primer encuentro nacional en los EE.UU. para tratar el uso del computador en la enseñanza, 42 desde la aparición del Apple II y 50 años de la creación de ARPANET, origen de Internet. En Chile, Enlaces⁹ nació hace 26 años.

La sala de clases ha cambiado muy poco en ese tiempo. ¿Es refractaria la escuela a las tecnologías digitales? Desde varios puntos de vista, las tecnologías digitales son disfuncionales a la escuela. Basta con considerar la estructura de una sala de clases y compararla con un "puesto de trabajo" con computador conectado a la Web, para comprender que apuntan en direcciones muy diferentes. La sala "pide", facilita la acción de escuchar y poner atención a alguien que se presentará al frente, disponiendo, deseablemente, de un dispositivo para anotar. El puesto de trabajo invita a la acción, a producir, a conectarse con otros y con los productos de otros. El computador es una máquina de producción, de búsqueda y de comunicación con los demás. Le obedece a quién la usa, a la inversa de obedecer a quién diserta en una sala.

Posibles creencias. "Los niños, niñas y jóvenes ya saben computación desde antes de entrar a la escuela". Nosotros, los adultos, por lo tanto, los docentes y administradores de todo el sistema, los admiramos, los tememos o ambas cosas a la vez. ¿Alguna consecuencia? Si no les enseñamos, no los preparamos para lo que están viviendo y menos a lo que

⁸ Traducción del autor.

⁹ Proyecto nacional para la incorporación de las tecnologías digitales en el sistema educativo.

experimentarán en el futuro. 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 ésta en la actualidad. Esta creencia, y su consecuencia, "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, español, 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. Los niños, las niñas y los jóvenes no saben informática, sólo saben usarla y necesitan aprender para poder ingresar en forma activa a la vida que les corresponde.

"Hay que alfabetizar a los nuevos profesores". Esta 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 el futuro de nuestros hijos poniéndolos al cuidado de personas... ¡recientemente alfabetizadas! ¿Una escuela contrata a quién conoce el ABC del campo que más impactará las vidas de los jóvenes de hoy, para que se hagan responsables de su formación? ¡No! Se requiere de docentes que conozcan las tecnologías desde sus fundamentos. No es aprender a usar, es saber acerca de ciencias de la computación, lo que requiere alguien preparado o preparada para orientar, proveer de fundamentos y hacer crecer esos aprendizajes espontáneos, casuísticos, llenos de vacíos que admiramos tanto en los niños y niñas de hoy. Saben balbucear en el campo digital. Los que pasan de ese estadio incipiente de dominio de las tecnologías a uno superior, los que aprenden lo que hay dentro de los dispositivos digitales, los que "abren el capot" y aprenden lo que hay dentro, son los que están cambiando el mundo. Estamos dejando fuera a todos los demás.

"Basta con aprender cómo utilizar las tecnologías digitales en la enseñanza". Esta es la creencia entre los que estudian, investigan o crean desarrollos en la aplicación sistemática de las tecnologías digitales en la educación. Los especialistas en el tema en universidades y escuelas de educación. La creencia es que basta un conocimiento sobre 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. ¡Totalmente en desacuerdo! Para responder a los desafíos que esas tecnologías hacen a todos, se requiere de un campo de conocimiento más fuerte que el que actualmente se da a los futuros docentes. Es un campo que exige a los que trabajen 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.

"La matemática que requiere un ciudadano de hoy es la misma que requería un egresado de la escuela antes del desarrollo de las tecnologías digitales". ¡Desastre! Por ejemplo, ¡seguimos haciendo crueldades y expulsando jóvenes de la escuela con problemas de fracciones que nadie usa! Muchos de los problemas que enseñamos en que intervienen fracciones sólo se usan en la escuela. ¿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? 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 campo de las aplicaciones educacionales de la informática requiere de especialistas con conocimiento profundo de la matemática y de las ciencias de la computación. Wolfram, (2014), afirma que, a la luz de las tecnologías digitales actualmente disponibles, el 80% de los currículos de matemática son cuestionables.

"Es cuestión de técnicos, –y aún peor– de tecnólogos". Una creencia arraigada en quienes dirigen instituciones educacionales y, naturalmente, docentes y directivos docentes. ¡Nefasta creencia! Nos deja fuera del conocimiento que lidera los cambios en la sociedad. El año 1985 pedí audiencia con el director de la Oficina Regional de la UNESCO con el propósito de proponerle una política regional para la incorporación de las tecnologías digitales y las comunicaciones en los sistemas educativos de la Región. Me mandó a hablar con el técnico que mantenía la red telefónica y los computadores personales de los investigadores. Es un "tema de técnicos" no un poderoso agente creador de cultura. Y, naturalmente, el saber de las ciencias de la computación sigue ajeno a la formación de los docentes y de los currículos nacionales.

Y, claro, también se nos quedan fuera las habilidades matemáticas y la vida misma

"Junto con su bicicleta –que amarra a un caño al ingresar a la escuela– el niño amarra sus anhelos, su fantasía, sus amores, su vida, para asistir a clases y luego recuperar todo eso al desatar su bici y regresar a casa, a su vida".

Nadja Antonijevic¹⁰

Los currículos matemáticos nacionales (Ruiz, 2018) ponen un cuidado especial en relevar las habilidades matemáticas que se espera demuestren los estudiantes, se las expresa en formas algo diversas, pero casi todas esas expresiones llevan a resolución de problemas, argumentación, comunicación, representación o la capacidad para usar diferentes registros o formas para expresar ideas y procedimientos matemáticos y la habilidad o habilidades implicadas por el modelamiento.

Y no son sólo los investigadores o gestores de los currículos, también desde la escuela, desde las prácticas se levanta la misma pregunta: "*¿Cómo promover cooperativamente el desarrollo del pensamiento y de las habilidades de orden superior?*" En el contexto de un

¹⁰ Psicóloga, la misma que acuñó la expresión "*Selección, versus cultivo de talentos*" al comentar mi conferencia inaugural de las quintas Jornadas Nacionales de Educación Matemática en 1995 en la Universidad de Santiago de Chile y me puso en contacto con los trabajos de Bateson. Una oportunidad para hacer este reconocimiento.

cuestionamiento aún más general. "*¿Cómo transformar la vieja idea de escuela hacia una entidad educativa que pretende un cambio sustancial en la experiencia del aprendizaje?*" (Figueroa-Ruiz, 2019, pp. 178 -179).

Ha sido difícil que las prácticas escolares reflejen esta política. Las pruebas estandarizadas, en su forma de pruebas de selección o nacionales, han sido señaladas como una barrera para la incorporación de las habilidades en la enseñanza de la matemática. ¿Qué supuestos o creencias pueden también estar entre las causas de esta ausencia?

Posibles creencias: las habilidades matemáticas son un resultado, un efecto del aprender matemática, en consecuencia, basta con enseñar matemática, con "pasar la materia".

El sentido y las razones de porqué aprendemos son de los factores más determinantes de lo que sucederá con un aprendizaje. Y, el sentido lo da la conexión con la vida, con los afectos, con los amores. Pasión, es la que caracteriza a los y las educadoras que todos recordamos. Que recordamos por lo que nos significaron. El momento que tomamos contacto con algo nuevo, el sentido y las razones para aprender son cruciales. Regresando el anónimo chino, "Escucho y olvido, veo y recuerdo, hago y comprendo".

La matemática es abstracta y es crucial que el que la aprende, aprenda en la abstracción. "The pattern that connects" dice Bateson. Eso es lo que descubre el que "hace matemática". Ese patrón detrás de otras realidades se le oculta al que aprende "de memoria". Del que aprende "para la prueba".

Las conexiones, las emociones, la historia, aquello que le da al conocimiento matemático su sentido, que lo ancla en nuestra memoria con sus raíces, su historia, que nos muestra sus consecuencias y, por lo tanto, lo conecta con la vida, no es un resultado espontáneo de aprender matemática. Es consecuencia de una experiencia matemática rica conectada con la cultura en la que esa matemática fue y es creada. Vale la pena que los formadores de maestros en matemática conozcan y deseablemente apliquen la enseñanza señera de Félix Klein.

¿Cuáles son las condiciones para que el lugar y la situación que la escuela ofrece a sus estudiantes sea un espacio en el que se pueda experimentar la sorpresa, la búsqueda, la libertad para explorar y equivocarse, para regresar sobre sus pasos, para, en definitiva, poner a prueba sus propias ideas...el espacio y las condiciones que Fröebel soñó como kindergarten?

4. En síntesis, ¿hacia dónde? ¿Cuál es el mensaje?

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.

La disponibilidad de los recursos hace pensar lo que Travers y Lavanderos (2015) apuntan 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.

El impacto de estas transformaciones no se ha hecho esperar, existen los que responden desde dentro de las paredes del sistema educativo. 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) 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 un docente– *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". La experiencia hace pensar: *Grupos de niños, con acceso a la Internet, pueden aprender casi cualquier cosa por ellos mismos*. Una inspiración para los que crean currículos, los criterios para seleccionar un tema, conocimiento o saber hacer para incluirlo en un currículo. Propone tres filtros: *¿Cómo contribuye –el tema o conocimiento– en la felicidad?, ¿cómo lo hace en la salud? Y, por último, ¿cómo contribuye en la productividad?* Si nuestra preocupación es la pertinencia de un objetivo educativo, he aquí criterios para poner a prueba la pertinencia de un objetivo educacional (Mitra, 2015).

Las experiencias citadas, cuestionan los supuestos que sustentan los conceptos prevalentes de calidad y equidad en la educación. ¿De qué modo? Para Pasi Sahlberg, en Finlandia, la evaluación –la definición operativa de calidad– queda en manos de los docentes, afirma que el modo de supervisión y de evaluación que usan los países más desarrollados, seguido por una mayoría de otros países, modo que tiene en su núcleo pruebas estandarizadas centralmente creadas y administradas, destruye la confianza en los docentes (Sahlberg, 2011 p. 125). Finlandia apuesta por potenciar a sus docentes y a pruebas estandarizadas muestrales que sirven de referencia. Se cambia el supuesto, de desconfianza en los actores a la confianza en sus capacidades y formación. Y, ¿los supuestos tras la noción de equidad? La existencia de un currículo nacional único se sustenta en la convicción que es la forma de ofrecer igualdad de oportunidades. La Escuela en la Nube, descoloca esta visión. En esta propuesta el currículo deja de ser una colección de respuestas para ser un conjunto de preguntas. Incluso en la generación de esas preguntas, le da un papel protagónico a los actores, alumnos, docentes y tutores. De paso, un currículo basado en preguntas apunta a

la formación de las habilidades necesarias para crear conocimiento. ¡Claro!, un currículo único es una necesidad si la calidad se mide con un instrumento para todos. Si, como en Finlandia, ese no es el caso, diferentes caminos, diferentes currículos, no sólo son posibles, sino que necesarios.

El propósito del análisis realizado en estas líneas fue buscar supuestos, creencias, convicciones que pudiesen explicar o estar en la raíz de prácticas escolares que no responden a lo que sabemos de didáctica, que no entregan una visión crítica y conectada de lo que es la matemática, que no responden a la necesidad que tiene la sociedad actual de tener ciudadanos que puedan participar activamente en la construcción del espacio simbólico digital que caracteriza el momento por el que atraviesa la humanidad y que sigue centrada en contenidos, sin atender a las habilidades que harán que la matemática esté viva en la vida de todos.

Cada una de las creencias enunciadas, puede ser transformada en posibles principios o formatos de acción diferentes. Muchas de las implicaciones apuntan a una modificación sustancial del contenido y la forma en que aprenden matemática, didáctica y ciencias de la computación los futuros docentes. Para cerrar, algunos cambios que sugiere el análisis.

De centrarse en las variables de entrada, escuchar, atender, leer, movernos a variables de salida: expresar, escribir, diseñar, programar, pintar. De atender a "hago y comprendo", apartándonos de "escucho y olvido", pasando por "veo y recuerdo". Lo que aprendemos para la prueba, ya cumplió su objetivo, podemos olvidarlo y de hecho lo olvidamos. Lo que creamos y, más aún, de lo que nos hacemos responsables, se aprende para la vida.

De pensar que la epistemología es cuestión de filósofos a lograr una formación de los futuros docentes en matemática que releve su significado, su sentido, su historia y sus impactos en la cultura y la vida.

De creer que niños y niñas saben computación antes de ingresar a la escuela, hacerse cargo de que no saben nada de informática ni de qué y cómo está hecha la tecnología digital. Del mismo modo que hablan, se comunican y usan de manera muy eficiente su lengua materna, pero no saben cómo crear una novela o un poema. Consecuentemente, formar a los futuros docentes en ciencias de la computación y pensamiento computacional para que puedan acompañar activamente a sus alumnos en el ingreso a la sociedad del conocimiento.

De una formación inicial docente que prepara para dictar clases, dar tareas y evaluar sobre la base de preguntas decididas por el adulto, transitar a una formación de docentes con capacidad para diseñar espacios de aprendizaje en los que se den las matemáticas que se desea los estudiantes aprendan. Espacios en los que las decisiones sean tomadas por los adultos en la creación y mejoramiento de esos espacios y que las decisiones acerca del aprender sean realizadas por los que aprenden matemática y necesitan aprender a decidir.

De tener currículos cargados de contenidos que mantienen a los docentes permanentemente retrasados y tensos por "pasar la materia", a encontrar una organización escolar en la que investigar, poner a prueba ideas, regresar creativamente sobre los errores, sea lo natural, lo que las pruebas de ingreso, nacionales o internacionales, esperen y propicien; que las

habilidades, el saber hacer y la vida misma tengan cabida en la sala de clases y "entren para la prueba".

Y, considerando los supuestos que le dan forma a las políticas de supervisión de los sistemas educativos –fuerzas poderosas para sostener el modelo de escuela imperante– podrían facilitar el cambio, dar espacio a la innovación si transitaran de la desconfianza a la confianza, de un currículo único –obligado porque las barreras a sobrepasar son también únicas– a diferentes caminos respondiendo a la variedad de talentos. Pasando, el currículo, a ser preguntas más que respuestas previamente formuladas. Son los supuestos que yacen en lo profundo del concepto de calidad de la educación los que requieren de explicitación y revisión. Es el concepto de calidad de la educación el que se traduce en mecanismos de supervisión y control. ¿Cuál es el espacio para la innovación, el cambio, la evolución del modelo escolar que dejan los mecanismos de supervisión y control?

La escuela es una de las instituciones más poderosas, más extendidas y con mayor impacto de entre todas las instituciones de nuestra sociedad. El formato que tiene la institución hoy no ha evolucionado en la misma dirección que lo han hecho las necesidades y aspiraciones de las generaciones jóvenes. Simplemente su estructura apunta en una dirección diferente a la que señalan los esfuerzos de reforma que se hacen eco de esas necesidades y aspiraciones. Este es un llamado de atención para mirar las bases en las que se sustenta la institución en la que se da la formación matemática de niños, niñas y jóvenes.

¿Es posible que cambie la clase de matemática? ¿Es posible que cambie el modelo imperante de escuela? (ver Anexo) ¿Es posible un cambio de paradigma en las escuelas de formación de docentes? Por último, podemos enunciar la pregunta de fondo de estas páginas siguiendo a Sugata Mitra: "*No hay que pensar en dismantelar el sistema antiguo y construir uno nuevo, hay que permitir que el sistema antiguo evolucione*"¹¹ y regresar al pensamiento de Gregory Bateson con que iniciamos el análisis, "*Las preguntas una vez formuladas buscan activamente sus respuestas*".

¡Dejad que las águilas vuelen!

Referencias y bibliografía

- Bateson, G. (1972). *Steps to Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. Chicago, USA: University Of Chicago Press.
- Davis, P. y Reuben H. (1981). *The Mathematical Experience*. Boston, USA: Penguin Books.
- Heiland, H. (1993). *FRIEDRICH FRÖBEL (1872-1852). Perspectivas: revista trimestral de educación comparada* (París, UNESCO: Oficina Internacional de Educación), vol. XXIII, nos 3-4, 1993.
- Kilpatrick, J. (2016) en el prefacio de Klein, Felix (2016). *Elementary Mathematics from a Higher Standpoint Volume I: Arithmetic, Algebra, Analysis*. Berlín: Springer.
- Lagos Garay, G. (2004). Gregory Bateson: un pensamiento (complejo) para pensar la complejidad. Un intento de lectura/escritura terapéutica. *Polis | Revista Latinoamericana*, Número [en línea], 3(9). Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30500918>> ISSN 0717-6554

¹¹ En una entrevista durante su visita a Chile en 2018. <https://www.elmostrador.cl/cultura/2018/01/25/experto-educativo-indio-debemos-preparar-a-los-ninos-para-el-mundo-de-dentro-de-30-anos/>

- Mitra, S. (2015). *How to Bring Self-Organized Learning Environments to Your Community*. Newcastle University. Disponible en: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/school-in-the-cloud-production-ssets/toolkit/SOLE_Toolkit_Web_2.6.pdf.
- Ruiz, A. (2018). *Evaluación y Pruebas Nacionales para un currículo de Matemática que enfatiza Capacidades Superiores*. Ciudad de México, México: Comité Interamericano de Educación Matemática.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish Lessons. What can the world learn from educational Change in Finland?*. New York, USA: Teachers Press.
- Steen, A. (Ed)(1990). *On the shoulders of Giants: new approaches to numeracy*. Washington, DC, USA: National Academy Press.
- Travers, K. y Lavanderos, L. (2015). *From Manufacture to Mindfacture: A Relational Viable Systems Theory*. Pensilvania, USA: IGI Global, Hershey.
- Wolfram, C.(2014). Let's Fix Maths Education. Solve Today's Classroom. Crisis with Computer-Based Maths. Disponible en <http://www.computerbasedmath.org/?source=footer>

ANEXO

¿Puede ser reformada la escuela? La pregunta tiene sentido si se observa cuál ha sido el destino de una cantidad enorme de "reformas" que agitaron las aguas de la institución escolar, para que a la larga "Todo cambiase para seguir igual", para traicionar una vez más al autor del Gato Pardo. La pregunta llevó, al autor a la idea de buscar la axiomática, los pilares conceptuales en los que descansa –en el completo sentido de la palabra– esta institución.

Una fábula con la que desafié durante años a mis alumnos, futuros profesores de matemática y computación.

Si los habitantes de un planeta que no tiene escuela – tal como la conocemos nosotros – le ofrecen un contrato para generar escuelas "tal como en la Tierra", usted sólo tiene que llevarse cuatro ideas, ponerlas a funcionar y todo el resto se reproducirá por sí solo, como consecuencia de estos cuatro pilares de la escuela que conocemos. (Por escuela que conocemos nos referimos, nuevamente, a escuelas elementales, liceos o colegios secundarios, institutos y hasta universidades si no consideramos los programas de postgrado que escapan al paradigma). Sólo cuatro ideas, sólo cuatro pilares bastan para que la escuela sea tal como es y quede instalada de forma que resista todo intento de reforma.

¿Cuáles son esas ideas tan poderosas?, ¿Cuál es la axiomática en la base del concepto de escuela?

La primera, el concepto de *grupo curso*. Lo que supone es que un grupo de niños, jóvenes o personas en general son considerados como iguales, que aprenden al mismo tiempo y que tienen las mismas motivaciones, los mismos intereses y experimentan necesidades iguales. La segunda, es la *confusión entre situación de aprendizaje con clase expositiva*, eminentemente verbal y con muy poca participación del estudiante". La tercera es el supuesto que el conocimiento viene en compartimentos estancos, sin comunicación entre sí, sin interacciones o interdependencias, se refiere al *poderoso e inamovible concepto de asignatura*. Y, la cuarta, es la que hace sistema, la que aglutina lo que las otras no hayan logrado, *es la perfecta confusión entre evaluación y calificación, la nota*¹². Entre más nota sea la evaluación, menos de evaluación tendrá y será la variable que todo lo decide. Los puntajes de las pruebas nacionales se asimilan bastante bien, logran una perfecta separación entre los procesos y el resultado, de modo que las podemos considerar la versión sistémica de la nota del cuaderno de clases.

La ironía nada engendra, pero en esta materia no la pude evitar. Sólo la uso para dar énfasis al argumento. En forma más ponderada diríamos que en un sistema u organización en los que se ponen en juego las nociones de: grupo de alumnos tratados como iguales, exceso de palabras o de actuación de los docentes; materias desintegradas repartidas en un horario – consecuencia de la noción de grupo curso combinada con la de asignatura – y la nota como única motivación y modo de monitoreo de los resultados, se tiene consecuencias muy profundas.

¹² Ahora se han agregado los puntajes en pruebas estandarizadas y los rankings.

Son tan profundas, que he llegado a la convicción de que, si un movimiento que se llama a sí mismo reforma no cambia algunos de esos pilares, no será reforma, ya que las condiciones que se pretende modificar prevalecerán a cualquier otra medida que se aplique en el sistema. Y, a la inversa, la experiencia muestra que cualquiera que trate de modificar esos pilares se estrella con el sistema y es expulsado junto con sus intentos de cambio.

Siguiendo con la fábula, se puede pensar que los arquitectos de ese planeta reinventarían las salas de clases como los paralelepípedos rectos rectangulares que conocemos; que los administradores reproducirían la práctica de contratar profesores que serían puestos frente a los estudiantes en esas salas. El libro de clases, y hasta las pruebas nacionales e internacionales podrían ser prácticas que apareciesen con el tiempo.

El modelo de escuela que usamos encontró sus límites. El modelo que se basa en las nociones –o prácticas– de asignaturas aisladas las unas de las otras, grupo curso, clase expositiva y que equipara evaluación con notas, tiene límites y esos límites están sobrepasando lo que la sociedad está dispuesta a aceptar.

Se trata de un modelo que no vemos, por estar inmersos en él, pero no por no verlo es menos fuerte y... ¡tiene consecuencias!

Otro pensamiento inquietante, que surge con naturalidad al mirar la situación desde el ángulo que hemos adoptado, se refiere a la investigación en el campo. En efecto, cabe preguntarse ¿Cuánta investigación acerca del aprender y del enseñar ha sido hecha bajo la campana de un modelo único de escuela? Piense en la investigación acerca de las prácticas docentes, acerca de las relaciones alumno profesor, acerca del clima organizacional, acerca del impacto de determinadas formas de enseñar, la lista puede ser larga. ¿Se sostienen sus supuestos y por lo tanto sus conclusiones si levantamos la tapa del modelo escolar? Por momentos podemos haber estado haciendo "ciencia" sobre un modelo –lo que sugiere que puede haber otros modelos– o simplemente generalizando dentro de límites que no percibimos y que no fueron explicitados al realizar la investigación.