¿Qué significa Pedagogía Crítica frente a la sociedad matematizada?

Uwe Gellert
Universidad Libre de Berlín, Alemania

Prof. Dr. Uwe Gellert trabaja en el campo de la educación matemática, en la Facultad de Ciencias de la Educación y de Psicología.

ugellert@zedat.fu-berlin.de

Habelschwerdter Allee 45, D-14195 Berlín

RESUMEN

La sociedad matematizada es un hecho que nos obliga a tomar en cuenta el funcionamiento de las matemáticas, como un poder formativo respecto a la actual situación de la sociedad. Por eso, el enfoque de este artículo de la matemática, no explicita de manera ejemplar, sino por su énfasis en el poderoso y significante papel que tienen la matemática para la vida moderna. Consecuentemente, si tenemos interés en una pedagogía y didáctica crítica, los poderes formativos de nuestras sociedades, y entre ellos en lugar central las matemáticas, merecen la atención en sumo grado.

Palabras clave: Sociedad matematizada, educación matemática crítica, didáctica crítica, tecnología social

ABSTRACT

The mathematisation of our societies is a fact that urges us to reconsider the particular formative power of mathematics, that is the ways in which mathematics shape society. It is thus not arbitrary, or by way of example, that this article focuses on mathematics; instead, it acknowledges the significant and powerful role played by mathematics in modern life. As the structuring force of mathematics remains mostly under the surface of technological and socio-technological development, the aim of the article is to uncover the underlying mechanisms and to describe how a critical pedagogy could act on and react to the process of a continuous mathematisation of societies.

Keywords: mathematisation of society, critical mathematics education, social technology.

1. Introducción

A modo de introducción y como aproximación al tema, consideramos algunas preguntas que, a primera vista, se parecen a las tareas típicas que los alumnos suelen resolver, día a día, en la clase de la matemática (Davis y Hersh, 1989).

1. El famoso retrato de la "Mona Lisa" de Leonardo da Vinci tiene un valor estimado de ciento cincuenta millones de dólares. ¿Cuál sería el valor de dos Mona Lisas?

2. Mil millones DE barriles de petróleo cuestan *x* dólares. ¿Cuánto cuesta un billón de barriles de petróleo?

3. Un banco, que quiere estimar la solvencia de un cliente, da dos puntos para propietarios de casa, añade un punto en el caso de que su renta anual sobrepase 40 mil dólares, añade otro punto si el cliente no ha cambiado de casa en los últimos 5 años, resta un punto para personas con antecedentes penales y otro punto para jóvenes de menos de 25 años de edad. ¿Qué significa el resultado?

Aquí tenemos tres situaciones en el que los aspectos algorítmicos, o sea el cálculo de la adición y resta de números naturales, no resultan demasiado complicados. Lo que en estos casos resulta problemático, es que no esté claro si la adición misma sea o no razonable.

En el primer contexto de las dos Mona Lisas, la repuesta "300 millones de dólares" parece algo extraña porque parte del gran valor del retrato, es su unicidad. Probablemente, el valor de dos Mona Lisas juntos no sobrepase los 150 millones de uno. En el segundo contexto, emergen aspectos éticos. Dado que las reservas de petróleo en el mundo, son limitadas, ¿no sería sensato exigir el pago de una multa por tanto consumo? Con el tercer contexto entramos en el mundo sincero de la economía financiera. Tales métodos de estimación no son ficticios, son realidades – y son frecuentes. Sin embargo, los criterios involucrados no carecen de arbitrariedad y es muy dudoso sí o no, por ejemplo, un exdelincuente de 28 años que no mudó en los últimos 5 años, tiene más solvencia y fiabilidad que un joven honesto de 23 años.

En síntesis, no existe y no puede existir una sistematización completa de todas las situaciones en la que, la adición es el método oportuno. Siempre y cuando uno aplica la adición a una clase de problemas, es una decisión voluntaria para fines específicos, y uno solamente espera que, a la luz de las experiencias pasadas y futuras, esa decisión resulte razonable y prudente. El problema fundamental de la aplicación de conceptos matemáticos al mundo real, consiste principalmente en una tensión entre, por un lado, un cuerpo de conocimientos jerárquicamente sistematizado con una estructura vertical, o sea las matemáticas como ciencia deductiva, y, por otro lado, los asuntos y saberes particularizados, que son horizontalmente organizados, de lo mundano. Es el precio del alto grado de coherencia lógica, o interna, de las matemáticas académicas que no puede existir en una relación simple y directa entre el mundo matemático y el mundo real.

Se puede entender las matemáticas como un intento de los seres humanos de describir el mundo, pronosticar eventos y, sobre todo, de reglamentar la vida social y política (Davis y Hersh, 1994). Con el pasar del tiempo, se produce una cantidad tremenda de estructuras y formalismos matemáticos, esperando que estos resulten más y más útiles para describir, pronosticar y reglamentar los aspectos físicos y sociales del universo. Hay que tomar en cuenta, que estos procesos de descripción, pronóstico y regularización no son neutrales ni sin consecuencias. Todo este proceso milenario de invención y aplicación de las matemáticas al mundo real desemboca en lo que se llama "la matematización" del entorno.

2. Enseñar matemática, ¿qué matemáticas?

Parece inadecuado hablar de "contenidos matemáticos" porque el término "contenido", lleva consigo un significado parcialmente engañoso: que existe positivamente algo fuera del alumno para el cual el profesor tiene que prepararle metódicamente y al que el alumno debe adaptarse. Freudenthal (1978) prefiere hablar de prácticas matemáticas escolares que el alumno debe ejercer bajo la supervisión del profesor. El fundamento teórico de esas prácticas matemáticas escolares en la misma práctica no es fácil de situar. Hay que poner énfasis en que las matemáticas escolares no se reduzcan a algo meramente inferior o subsidiario a las matemáticas académicas, sino que las matemáticas escolares tienen un valor propio y diferente. Definir este valor es una tarea curricular y, por eso, esencialmente social. Por fin, la decisión curricular sobre las prácticas matemáticas, escolares depende de cierta manera del poder de las personas involucradas en educación y en matemática. Véase, por ejemplo, las matemáticas escolares bajo el régimen del nacionalsocialismo alemán. En el índice del libro de texto (Rechenbuch für Volksschulen, Heft VII – Siebentes und achtes Schuljahr, 1940, Inhalt 8. Schuljahr) para el octavo año escolar figuraban diez capítulos:

Primero: *Adolf Hitler se hace cargo de una herencia lamentable*

Segundo: *Adolf Hitler salvador*

Tercero: *Lo que logramos con el primer plan cuadrienal*

Quarto: *Alemania debe vivir ni bien desvanezcamos*

Quinto: *Mantente sano para tu pueblo*

Sexto: *Del cálculo actuarial*

Séptimo: *La circulación de dinero*

Octavo: *El Correo del Reich Alemán*

Noveno: *El Ferrocarril del Reich Alemán bajo el signo de la reconstrucción*

Décimo: *De la geometría*

Obviamente, en esa época las matemáticas escolares sirvieron para fortalecer una educación nacional y racista. En este ejemplo, los poderes y visiones política hallan su sustento en las decisiones curriculares sobre el valor de la matemática escolar (Radatz, 1984). Hoy en día, disponemos de una variedad de teorías normativas sobre prácticas matemáticas escolares, tanto global como en el nivel local. Para aclarar aquella situación se puede distinguir analíticamente entre cuatro ejes, o aproximaciones a la formación escolar de las matemáticas.

2.1. El eje de la matemática académica

Aproximarse a la formación de las matemáticas desde una perspectiva de un cuerpo de conocimientos elaborado y estructurado, o sea, desde una cultura matemática, significa analizar y seleccionar los conceptos e ideas fundamentales de las matemáticas académicas y reducirles didácticamente para poder enseñarlas. Tal "transposición didáctica" (Chevallard, 1997) de conceptos e ideas fundamentales, puede resultar en concepciones curriculares aparentemente diferentes. Por un lado, enseñar sistemáticamente la geometría euclidiana no significa solamente dar a conocer una parte auténtica de las matemáticas al alumno, sino ejemplificar dos ideas fundamentales de las matemáticas, el axiomatismo y la deducción, a través de la geometría. Por otro lado, existen concepciones curriculares que, partiendo de situaciones realistas, persiguen el fin de penetrar esas situaciones cotidianas y avanzar hacia la matemática abstracta de fondo (De Lange, 1996; Gravemeijer, 1994). La práctica matemática escolar, consiste en buscar regularidades, clasificar, formalizar y simbolizar, en conjeturar, argumentar y comprobar – y siempre aspirando a niveles más altos de la abstracción matemática. Los contextos extra-matemáticos sirven meramente de punto de partida hacia los conceptos y estructuras matemáticas no tienen valor en sí misma.

2.2. El eje de la cultura efectiva

Otro de los modos de aproximarse a la formación en las matemáticas, consiste en identificar las habilidades matemáticas que el ciudadano común y corriente utiliza en su vida. De esta manera no se considera las matemáticas escolares desde una perspectiva de las estructuras y conceptos matemáticos, sino desde un punto de vista afirmativo de las condiciones reales de existencia, es decir, desde una cultura efectiva. El análisis de las exigencias matemáticas explícitas de la vida cotidiana y de las diferentes labores profesionales, forma el fundamento de tal currículo matemático. Como teoría de fondo, sirve un funcionalismo pragmático para manejar la vida cotidiana y profesional en la sociedad moderna. Así se reduce la matemática escolares, a una herramienta para sobrevivir social y profesionalmente.

2.3. El eje de la cultura intelectual

Según el tercer eje de la formación de las matemáticas, ésta tienen su valor educativo como pensamiento humano con una historia de al menos unos dos mil seiscientos años. Desde esta perspectiva, se considera las matemáticas como bienes culturales o patrimonio cultural, similar a las obra de los grandes escritores y compositores, que simplemente hay que conocer. Desde este punto de vista intelectual interesan, sobre todo la historia y el desarrollo de las matemáticas como la pura belleza de las creaciones matemáticas (Katz, 2000).

2.4. El eje de la reflexión crítica

Por último, podemos considerar las matemáticas escolares, como instrumento crítico para abordar la así llamada 'matematización de la sociedad'. La finalidad de esta aproximación, consiste en revelar las matemáticas implícitas en tecnologías sociales, económicas y científicas, para identificar planteamientos y consecuencias – y sobre todo intereses detrás – de modelos matemáticos. De esa manera, las matemáticas escolares, aparecen como instrumento de base para una reflexión crítica de nuestro entorno. Sin embargo, no es posible tal análisis crítico sin conocimientos de los contextos y situaciones matematizadas, así que resulta este eje esencialmente interdisciplinario. En las prácticas matemáticas escolares correspondientes, no existen situaciones extra-matemáticas ya que son exactamente las tecnologías sociales, económicas y científicas quienes definen nuestro entorno.

Estas cuatro aproximaciones a la formación matemática, tienen su fundamento en diferentes teorías educacionales. Cada teoría normativa de las matemáticas escolares, consiste en una mezcla particular de los cuatro modos de conceptuar didácticamente las matemática. La particularidad reside, en las diferentes circunstancias en que cada teoría normativa de la matemática escolar se desarrolla y al alumnado específico al que se dirige. Las supuestas necesidades de ese alumnado, influyen en el mecanismo por el cual se atribuye más importancia a un eje que a otro (Gellert, Jablonka y Keitel, 2001; Jablonka, 2003). Bajo el enfoque crítico, el eje de la reflexión crítica recibe toda nuestra atención. Dentro de esa concepción, el concepto de matematización de la sociedad es fundamental. En el siguiente párrafo se describe, que la matematización de la sociedad lleva consigo una desmatematización de la misma (Gellert y Jablonka, 2007). Eso tiene amplias consecuencias para la didáctica crítica.

3. Las matemáticas forman la sociedad

La matemática ha impregnado gran parte de nuestras vidas. Beneficiándose de su concepto abstracto de número, espacio, tiempo, regularidad, estructura y su manera deductiva de argumentación, ha ganado un enorme poder descriptivo, de pronóstico y regulador (Davis y Hersh, 1994). Por un lado, en el área de las ciencias se ha llevado a cabo un proceso de matematización; por otro, en el área de las humanidades el valor de estudios cuantitativos está fuera de toda duda; por último, resulta imposible entender el modelado teórico en economía sin sólidos conocimientos matemáticos. En todas estas áreas las matemáticas, han tomado el papel de gramática generativa de los discursos científicos correspondientes. No obstante, en su calidad de gramática generativa las características de las matemáticas influyen fuertemente en el desarrollo de las áreas dentro de las cuales se han utilizado las matemáticas. Resulta difícil integrar en un cuerpo de teorías de índole matemática, cualquier idea que no pueda ser formulada en términos matemáticos.

El impacto de las matemáticas no se limita de ningún modo a las actividades científicas. En las sociedades tecnológicas, decisiones y resoluciones con fondo matemático, afectan a las interacciones sociales en diferentes niveles. En el nivel de la política estatal, las decisiones sobre la distribución de sueldos, pagos, rentas, pensiones y asistencia pública parten de extrapolaciones matemáticas de datos demográficos y económicos. Es muy frecuente comunicar todas estas decisiones mediante fórmulas y representaciones gráficas. En el nivel de las relaciones interpersonales, las tecnologías comunicativas con su fundamento matemático han cambiado las costumbres, las usanzas y el estilo de la conversación privada. Por supuesto que las matemáticas actúan de un modo invisible, por ejemplo, en telefonía móvil y espacios de chat en internet, que se las reconoce sólo superficialmente, como mero medio de presentación.

¿Por qué las matemáticas tienen tanto poder? El pensamiento matemático tiene el poder del razonamiento hipotético. Es posible calcular algunas consecuencias de diferentes escenarios antes de ejecutar las acciones correspondientes. Nadie tiene que temer las consecuencias inmediatas del razonamiento matemático. Sin embargo, a largo plazo el mundo del pensamiento matemático, se convierte en lo que Keitel, Kotzmann y Skovsmose (1993) explican como *sistema de conocimientos implícitos*. En la mayoría de los casos, no tenemos conciencia de las circunstancias bajo las cuales un modelo matemático específico se ha procesado, ni de las intenciones detrás de su construcción. Los orígenes sociales y la historia de muchas matematizaciones han quedado enterrados. La tecnología, incluyendo la tecnología social, funciona como caja negra – y el usuario ya no necesita reflexionar sobre la matemática constitutiva de éstas. La sustitución de procesos de abstracción por cajas negras, produce lo que Keitel et al., llama la *matemática implícita*.

Para enfatizar el punto de que las matemáticas dan forma a la tecnología con cuya ayuda organizamos gran parte de nuestras vidas, Keitel et al., introduce el término *abstracción realizada*. El pensamiento matemático se materializa, se convierte en una parte de nuestra realidad, y la mayoría de las veces no preguntamos por sus orígenes ni por sus características – no hay necesidad de hacerlo. Nuestro sistema de tiempo-espacio-dinero es un ejemplo típico de la naturaleza implícita del proceso de abstracción que le sirve de base.

El concepto de abstracción realizada, nos sirve para revelar que la matematización de nuestro mundo es sólo una cara de la moneda. La existencia de matemáticas materializadas en forma de cajas negras, reduce la importancia de habilidades y destrezas matemáticas para la vida profesional y social del individuo. Entonces tiene lugar un proceso de *desmatematización*:

> This term [desmatematización] also refers to the trivalisation and devaluation which accompany the development of materialized mathematics: mathematical skills and knowledge acquired in schools and which in former time served as a prerequisite of vocation and daily life lose their importance, and become superfluous as machines better execute most of these mathematical operations. (Keitel et al., 1993, p. 251)

El proceso de desmatematización, afecta fuertemente al valor que se atribuye a los diferentes tipos de conocimientos y habilidades. Quien utiliza la tecnología, necesita simplemente, en primer plano, tener confianza en esa caja negra con que trabaja y, en segundo lugar, requiere saber cuándo y cómo utilizarlo – independiente de la finalidad que persiga. Chevallard (2007) llama la atención a la importancia de un proceso que describe de la manera siguiente:

> Implicit mathematics are formerly explicit mathematics that have become “embodied”, “crystallized” or “frozen” in objects of all kinds – mathematical and non-mathematical, material and non-material –, for the production of which they have been used and “consumed”. (Chevallard, 2007, p. 58)

Para Chevallard, la dialéctica entre las matemáticas implícitas y explícitas reside en un proceso continuo de transformación:

> The greatest achievement of mathematics, one which is immediately geared to their intrinsic progress, can paradoxically be seen in the never-ending, two-fold process of (explicit) demathematising of social practices and (implicit) mathematising of socially produced objects and techniques. (Chevallard, 2007, p. 60)

Cabe recalcar que, en efecto, cada discusión sobre el valor de las habilidades matemáticas para el individuo, necesita tomar ese proceso interminable como punto de despegue (FitzSimons, 2002; Gellert, Jablonka & Keitel, 2001; Jablonka, 2003).

4. Matematización y desmatematización por medio de la tecnología

Keitel (1989) ilustra el papel y efectos posibles de la tecnología a través del ejemplo del reloj mecánico. La construcción del reloj se basa en la percepción del movimiento de nuestro sistema solar:

This approach is generalized and condensed to a mathematical model, transformed into a technological structure, and as such installed outside its original limited realm of significance. Earlier human perceptions of time, which had grown out of both individual and collective experiences and remained bound and restricted to these, were now rivalled and ultimately substituted for by the novel way of perceiving time. (Keitel, 1989, p. 9)

El efecto primero de esta tecnología, es una matematización que facilita la medición precisa del tiempo, una medición que es independiente de la calidad del proceso mesurado. Aquí se presupone la abstracción de la comparabilidad. El carácter objetivo del reloj mecánico, rechaza la experiencia subjetiva del tiempo. La particular situación (subjetiva) dentro de la cual se mide el tiempo, ha perdido su relevancia. Ha tenido lugar un proceso de formalización. El tiempo como experiencia sensible, ha perdido su validez.

Además, este proceso de objetivación y formalización tiene consecuencias fundamentales. Se considera el tiempo como la suma de unidades regulares accidentales. La importancia de las matemáticas en su papel de gramática de las ciencias, está reforzada:

> The mechanical clock extends the domain of quantification and measurability. Applying measure and number to time means measuring and quantifying all other areas, in particular those where time and space relate to one another. The measurability of time pushes forward the development of the natural sciences as (empirical) sciences of measurement (and hence objective sciences) and mathematics as the theory of measurement. (Keitel, 1989, p. 9)

De igual importancia es el hecho de que las matemáticas funcionan como gramática de la coordinación y del orden social. Keitel, Kotzmann y Skovsmose (1993) se refieren a la introducción de F.W. Taylor (1984) al “management científico”: Es posible fracturar cada complejo proceso de trabajo y así generar componentes elementales del trabajo; luego se mide el tiempo necesario para la ejecución de todos los componentes elementales; se calcula el tiempo en que un complejo proceso de trabajo debe ser realizado como la suma de los cortos “trozos de tiempo” necesarios para ejecutar los componentes elementales respectivos. En este caso, la medición del tiempo determina “objetivamente” la organización de procesos de trabajo. Parece que el concepto matemático del tiempo fuera lo más natural. La abstracción matemática que está grabada en el reloj, ha desaparecido de la superficie – sin embargo y a pesar de eso continúa operando.

Se puede caracterizar la tecnología por su capacidad de hacer los procesos básicos de abstracción (matemática) invisibles. Al mismo tiempo, la tecnología facilita el uso de las matemáticas en situaciones sociales o técnicas, precisamente por liberar al usuario de los detalles de la matemática involucrada. Se observa una correlación curiosa: Mientras la flexibilidad y el potencial del pensamiento matemático están en su inocuidad – no resulta amenazador el cambio hipotético del mundo físico, es decir, con computaciones y abstracciones matemáticas –, las matemáticas materializadas en forma de tecnología, han perdido su inocencia. Mientras las matemáticas ofrecen exploraciones hipotéticas y resoluciones nuevas, el uso de "matemática congelada" en forma de tecnología, puede restringir el margen de resoluciones imaginables de problemas.

5. Matematización, desmatematización y poder

Skovsmose (1998) entiende las matemáticas como un instrumento perentorio para la ejecución del poder tecnológico. Observa que el incremento en el alcance de las aplicaciones de las matemáticas, está estrechamente ligado a las tecnologías modernas de sistemas informáticos. Pero, las matemtáticas no sólo desempeñan un papel fundamental en el planteamiento tecnológico y la toma de decisiones. También influyen invisiblemente en la estructuración social mediante su encapsulación en argumentos políticos, tecnologías y rutinas administrativas. Una verdadera ciudadanía presupone la capacidad de excavar las "matemáticas congeladas".

Siguiendo esta línea de argumentos, la desmatematización es una amenaza para la ciudadanía y resulta imprescindible el desarrollo de herramientas apropiadas para la excavación. Skovsmose introduce la distinción entre posiciones de grupos sociales que, de maneras bien diversas, están involucrados en, o afectadas por, las matemáticas. Los *constructores* son aquellos que "desarrollan y mantienen el aparato de la razón (develop and maintain the apparatus of reason)" (Skovmose, 2006, p. 140). Construyendo las tecnologías con base matemática, este grupo ejerce poder sobre los *operadores* y los *consumidores* de estas tecnologías.

Mientras los constructores están involucrados en el desarrollo de tecnología matemática, los operadores son aquellos que tienen un trabajo del cual forma parte la toma de decisiones sobre el *input* de estas tecnologías y el trabajo con el *output* de las mismas. Se puede caracterizar estas situaciones profesionales, según Skovsmose (2006: p. 142), por su "abundancia en matemática implícita".

A aquellos que prestan oídos a una multitud de ofertas, anuncios, informes y estudios, todo conteniendo números, esquemas y tablas, Skovsmose los denomina (ligeramente irónico) los *consumidores* de matemáticas. Ellos pueden "votar, recibir servicios, cumplir obligaciones, ser habitantes". Se confronta a los consumidores con justificaciones de decisiones que, de hecho, se sustenta en complejos modelos matemáticos.

Actualmente, existe una amenaza a la condición democrática, ya que la distancia entre los conocimientos matemáticos de los constructores y los consumidores está crece. Los constructores no sólo preparan los conocimientos técnicos para la resolución de problemas vigentes, sino que también tienen el poder de definir los problemas mismos, así como de plantear nuevas preguntas. La formación de opiniones y decisiones políticas depende cada día más de los así llamados "expertos técnicos".

Skovsmose considera que uno de los problemas esenciales que enfrenta la democracia en la sociedad altamente tecnológica, es el desarrollo de una competencia crítica que pueda igualar el actual desarrollo social y tecnológico. Si la interpretación del concepto de democracia, no está restringido al procedimiento de la elección de un cuerpo de diputados, sino que también incluye la participación y elementos de democracia directa, el estatus de los constructores parece discutible. Las decisiones tomadas mediante modelos matemáticos, pueden resultar inaccesible para los consumadores desmatematizados. Sin embargo, el concepto de ciudadanía incluye la posibilidad de "responder a las autoridades" (Skovsmose, 1998: p. 199). Esto presupone un horizonte más amplio de interpretaciones y comprensión del conocimiento matemático que el consumo pasivo de ofertas, anuncios e informes. Tampoco es suficiente una competencia técnica para el análisis y la previsión de resultados y las consecuencias de las matematizaciones. Lo que se precisa son reflexiones sobre competencias diversas. Como Skovsmose (1999) ilustra, la competencia en construir (o conducir) un coche no es adecuada para la evaluación de las consecuencias sociales de la producción de coches.

Skovsmose (1998) identifica tres áreas de interés del conocimiento reflexivo que enfocan (i) la relación entre las matemáticas y la realidad extra-matemática, (ii) los conceptos y algoritmos matemáticos mismos y (iii) el contexto social del modelaje y sus implicaciones en términos de poder.

La distinción entre conocimientos tecnológicos y reflexivos, que a su vez conmemora la distinción entre operadores y consumidores críticos (en oposición a consumidores desmatematizados) es útil, si bien todavía precisa de una elaboración respecto a sus consecuencias para la concepción de contenidos y formas de la enseñanza matemática. Especialmente con la mirada puesta en los grupos sociales privados de cualquier forma de enseñaza formal, la tensión entre una educación funcional y una crítica, parece exacerbada.

6. Matematización y desmatematización como enfoques de la pedagogía y didáctica crítica

La situación resulta bastante compleja. Si atendemos a procesos sociales de matematización y desmatematización, los aspectos epistemológicos, sociales, ideológicos que están en el fondo de cada discusión curricular salen a la superficie. De pronto, aquellos conceptos curriculares de la matemática escolar con enfoque en la matematización de actividades cotidianas o profesionales supuestamente auténticas, están afectados por una crítica aguda. La matematización como principio didáctico, por ejemplo en la línea curricular del *modelaje matemático* en que se organiza el aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas a lo largo de una versión simplificada de las matemáticas aplicadas (véase pro ejemplo Matos, Blum, Houston y Carreira, 2001), no logra captar el hecho de que el 'mundo' de los estudiantes ya está calado de construcciones y procesos de base matemática. La matemática es un recurso para la generación de nuevas realidades, no sólo mediante la preparación de descripciones de situaciones supuestamente reales, sino también mediante la colonización, la penetración y la transformación de la realidad. Los modelos matemáticos se convierten en la realidad misma que originariamente intentaron modelar. En consecuencia, cualquier discusión del concepto de *matematización* debería tomar en consideración los procesos sociales a través de los cuales los modelos matemáticos han sido desarrollados, implementados, aprobados y ocultados nuevamente al usuario final. Veámoslo con un ejemplo.

Este ejemplo viene de un libro muy básico, muy conocido y ampliamente utilizado por los estudiantes de las ciencias económicas (Varian, 1984). Con este ejemplo, el libro quiere explicar al estudiante de las ciencias económicas el valor y el potencial que tienen las descripciones en forma matemática para la resolución de problemas económicos. No cabe duda de que una cantidad mayor de similares modelos matemáticos existe en las ciencias económicas y sociales. El ejemplo consiste en una función U con la que se puede medir el provecho que una persona saca de su camino a su lugar de trabajo. Claro que normalmente esta función tiene un valor numérico negativo.

> Supongamos que se puede describir las preferencias del consumidor promedio con una función de utilidad *U*. ... Un estudio ha establecido la siguiente función:

U = $- 0{,}147TW - 0{,}041TT - 2{,}24C + 3{,}78A/W - 2{,}91R - 2{,}36Z$ con

TW = el tiempo para caminar hacia el autobús local y volver, medida en minutos

TT = duración del viaje, medida en minutos

C = gastos totales del viaje, en dólares

A/W = número de coches en casa

R = raza del hogar (0=negra, 1=blanca)

Z = 1 si empleado, 0 si trabajador

La finalidad de tales modelos matemáticos reside en hacer una realidad compleja computable. Una vez construido el modelo, la ecuación, puede simular las consecuencias de diversas modificaciones de los valores y variables para el consumidor. En este caso presente, una empresa del tráfico local puede, por ejemplo, calcular el posible aumento del precio de un boleto que el consumidor aceptará si los autobuses corren con más velocidad.

Lo problemático de esa función de utilidad reside en la selección de las variables que, según los constructores del modelo matemático, hay que tomar en cuenta, y, sobre todo, en el valor relativo de ellas. Ya está incrustado en esta ecuación, que a los empleados, el camino al lugar de trabajo, les molesta más que a los trabajadores. Así se legitima instalar sistemas de tráfico local más eficientes en barrios donde vive la clase media que en los barrios de los pobres. La misma argumentación se desarrolla con la raza del hogar, concepto racista que refleja abiertamente las convicciones políticas de los constructores de ese modelo matemático.

Este ejemplo nos facilita reconocer que las matemáticas, sirven para legitimar decisiones políticas a través de una supuesta objetivación. Son los modelos matemáticos en los que se esconde, las ya tomadas decisiones políticas.

En un mundo altamente matematizado, la reflexión crítica tiene un papel sumamente importante para la formación y cultura de los alumnos y estudiantes. Cada educación matemática sale ganando en la medida en que se dirige a una exploración crítica de la relación entre el uso de las matemáticas y las modificaciones que se está explicando y legitimando a través de las matemáticas. Ya que el mundo está lleno de matematizaciones, no resulta difícil encontrar objetos que merecen un estudio crítico. Cito otro ejemplo que discutía con alumnos de 15 y 16 años y que he modificado insignificantemente con el propósito de presentarlo aquí.

Un artículo de una revista en que discutieron sobre la privatización de la enseñanza, sirve como objeto de partida. En el artículo concluyeron que la competencia de un mercado libre aseguraría el mejoramiento de la calidad de la educación. La evidencia del el artículo era una tabla de los puntajes promedios en una prueba de rendimiento estandardizado según el tipo de escuela en que se formaron los alumnos. En muchos países existen tablas similares, como, por ejemplo, en el caso de Chile:

	Matemáticas	**Castellano**	**Historia y Geografía**	**Ciencias Naturales**
Escuelas municipales	239	239	239	240
Esc. particulares subvencionados	256	257	257	256
Escuelas privadas pagadas	299	295	294	295
	Resultados Nacionales SIMCE 2000 (Chile)			

Se puede observar que en cada asignatura los alumnos de las escuelas privadas tienen un ventaja tremenda sobre los alumnos de las escuelas municipales y particulares subvencionadas – y en el artículo se inducía que aparentemente los procesos de aprendizaje y enseñanza tienen mejor calidad en las escuelas privadas. Consecuencia: Necesitamos más escuelas privadas y menos estatales. Preguntaba a los alumnos si el artículo tenía razón y les mostraba una estadística más detallada.

Resultados Nacionales SIMCE 2000: Puntajes Promedio, por Tipo de Dependencia y Grupo Socioeconómico

Grupo Socioecnómico	**Matemáticas**			**Castellano**			**Historia y Geografía**		
	MUN	**PSUB**	**PPAG**	**MUN**	**PSUB**	**PPAG**	**MUN**	**PSUB**	**PPAG**
A (Bajo)	231	221	—	230	221	—	230	221	—
B (Medio Bajo)	232	233	—	232	234	—	232	234	—
C (Medio)	245	251	—	246	252	—	246	253	—
D (Medio Alto)	280	275	279	278	275	280	276	274	282
E (Alto)	—	303	302	—	297	297	—	295	296
Total	239	256	299	239	257	295	239	257	294

Desde esta estadística, se puede inducir que la educación municipal tiene mejores resultados en matemáticas que la educación particular subvencionada e incluso que la educación pagada, si se realiza las distinciones por grupo socioeconómico que atiende. Con los alumnos surgen preguntas como: ¿Quién tiene interés en privatizar la educación? ¿Qué consecuencias para los alumnos tendría la privatización del sistema de la educación? etc. Entramos muy profundo en la pedagogía y didáctica crítica.

De modo de conclusión, voy a comprimir el razonamiento del ensayo en tres exigencias normativas para una educación matemática que reflexiona explícitamente la dialéctica entre matemáticas y desarrollo social y político. Esa educación matemática necesita preguntas y problemas de relevancia social; datos, estadísticas y tecnología social auténticas; y un enfoque de perspectivas locales y problemas sociales y culturales.

Bibliografía

Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

Chevallard, Y. (2007). Implicit mathematics: Its impact on societal needs and demands. En U. Gellert & E. Jablonka (eds.), *Mathematization and demathematization. Social, philosophical and educational ramifications* (pp. 57-66). Rotterdam: Sense.

Davis, P., & Hersh, R. (1989). *Experiencia matemática*. Barcelona: Editorial Labor.

Davis, P., & Hersh, R. (1994). *El sueño de Descartes. El mundo según las matemáticas*. Barcelona: RBA.

De Lange, J. (1996). Using and applying mathematics in education. En A.J. Bishop et al. (eds.), *International handbook of mathematics education* (pp. 49-98). Dordrecht: Kluwer.

FitzSimons, G.E. (2002). *What counts as mathematics? Technologies of power in adult and vocational education.* Dordrecht: Kluwer.

Freudenthal, H. (1978). *Weeding and sowing. Preface to a science of mathematical education*. Dordrecht: D. Reidel.

Gellert, U., & Jablonka, E. (EDS.) (2007). *Mathematisation and demathematisation. Social, philosophical and educational ramifications*. Rótterdam: Sense.

Gellert, U., Jablonka, E., & Keitel, C. (2001). Mathematical literacy and common sense in mathematics education. En B. Atweh, H. Forgasz & B. Nebres (eds.), *Sociocultural research on mathematics education: An international perspective* (pp. 57-73). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

Gravemeijer, K. (1994). *Developing realistic mathematics education*. Utrecht: CD- .

Jablonka, E. (2003). Mathematical literacy. En A.J. Bishop et al. (eds.), *Second international handbook of mathematics education* (pp. 75-102). Dordrecht: Kluwer.

Katz, V. (ED.) (2000). *Using history to teach mathematics. An internacional perspective*. Washington: MAA.

Keitel, C. (1989). Mathematics education and technology. En *For the Learning of Mathematics*, *9*(1), 103-120.

Keitel, C., Kotzmann, E., & Skovsmose, O. (1993). Beyond the tunnel vision: Analysing the relationship between mathematics, society and technology. En C. Keitel & K. Ruthven (eds.), *Learning from computers. Mathematics education and technology* (pp. 243-279). Berlin: Springer.

Matos, J.F., Blum, W., Houston, S.K., & Carreira, S.P. (EDS.) (2001). *Modelling and mathematics education*. Chichester: Ellis Horwood.

Radatz, H. (1984). Der Mathematikunterricht in der Zeit des Nationalsozialismus. En *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *16*(6), 199-206.

Skovsmose, O. (1999). *Hacia una filosofía de la educación matemática crítica*. Bogotá: Una empresa docente.

Skovsmose, O. (1998). Linking mathematics education and democracy. Citizenship, mathematical archaeology, mathemacy and deliberative education. En *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 98*(6), 195-203.

Skovsmose, O. (2006). *Travelling through education. Uncertainty, mathematics, responsibility*. Rotterdam: Sense.

Taylor, F.W. (1984). *Management científico*. Barcelona: Orbis.

Varian, H.R. (1984). *Micro-economic analysis*. New York: Norton.

TERCERA SECCIÓN

Avances de Proyectos de Investigación del IIIEI - CAB

"En una revolución se triunfa o se muere, si esta es verdadera."
Fuente: Ernesto Che Guevara. Carta de despedida a Fidel Castro

Sócrates usando su método socrático.