

COMPETENCIA DEMOCRÁTICA Y CONOCIMIENTO REFLEXIVO EN MATEMÁTICAS¹

Este artículo presenta una serie de reflexiones acerca de cómo la alfabetización matemática puede llegar a ser una de las herramientas necesarias para que los ciudadanos de sociedades con un alto desarrollo tecnológico adquieran una competencia democrática que les permita participar en los procesos de sus sociedades. El argumento central gira en torno a la idea de que a través de la educación matemática se puede construir y fomentar un conocimiento reflexivo que, junto con el conocimiento tecnológico, consoliden la capacidad de los individuos para actuar en la sociedad. A pesar de que todo el artículo discute el caso de sociedades desarrolladas, el artículo ilumina el significado que tiene una educación para la democracia, proyecto que hoy en día se trata de construir en países como Colombia.

INTRODUCCIÓN

En *La escuela para la democracia* Henry Giroux enfatiza que es necesario defender la escuela como un servicio que educa a los estudiantes para ser ciudadanos críticos que puedan cuestionar y creer que sus acciones pueden transformar la sociedad. Por lo tanto, debe introducirse a los estudiantes en formas de conocimiento “que les dé la convicción y la oportunidad para luchar por una calidad de vida en la que todos los seres humanos se beneficien” (Giroux, 1989, p. 214). Como parte de esta empresa, la discusión sobre la “alfabetización” ha jugado un papel central, motivado en especial

1. Traducción realizada por Paola Valero, investigadora de “una empresa docente”, del original Skovsmose, O. (1992). Democratic competence and reflective knowing in mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 12 (2), pp. 2-11. Agradecemos a David Wheeler, editor de *For the Learning of Mathematics* por haber autorizado la traducción al español y la publicación de este artículo en la Revista EMA.

2. En 1988, el Consejo Danés de Investigación en Humanidades decidió lanzar la iniciativa “Educación matemática en sociedades con alto desarrollo tecnológico”. La iniciativa se planeó para desarrollarse entre 1988 y 1993. Mi trabajo fue parte de esta iniciativa general, que estuvo financiada por el Den Obelske Familiefond y la Universidad de Aalborg. Mi proyecto general de desarrollar una filosofía de la educación matemática crítica se inspiró en parte del trabajo experimental y de investigación de la iniciativa. Agradezco de manera especial, por sus consejos y comentarios, a Evelyn Arizpe, Alan Bishop, Iben Maj Christiansen, Paul Dowling, Marylin Nickson, Ruth Loshak y Kenneth Ruthven. Los errores, por supuesto, son míos.

por el trabajo de Paulo Freire, quien ha desarrollado la dimensión política de la educación a partir de este término.

Antonio Gramsci indicó que la alfabetización es una espada de doble filo³. La alfabetización es una condición necesaria en la sociedad de hoy en día para informar a la gente acerca de sus obligaciones y para que la gente la utilice en los procesos básicos de trabajo. Sin embargo, la alfabetización también puede utilizarse con el propósito de potenciar, porque puede ser un medio para organizar y reorganizar interpretaciones de las instituciones, tradiciones y propuestas sociales para la reforma política. La alfabetización no es tan sólo una competencia que tiene que ver con la habilidad para leer y escribir, habilidad que puede medirse y controlarse, sino que también posee una dimensión crítica. Giroux formula esta dimensión así:

La alfabetización como un constructo radical tendría que enraizarse en un espíritu de crítica y de proyecto de posibilidad que le permitiera a la gente participar en la comprensión y transformación de su sociedad. La alfabetización, entendida tanto como el manejo diestro de habilidades específicas como de formas particulares de conocimiento, tendría que convertirse en una condición previa para la emancipación social y cultural. (p. 148)

Más adelante señala:

La alfabetización no sólo se relaciona con la pobreza o incapacidad de los grupos subordinados para leer y escribir de forma adecuada; también, y de manera fundamental, se relaciona con formas de ignorancia política e ideológica que funciona como el rechazo a conocer los límites y consecuencias políticas de la visión que uno tiene del mundo. [...] Lo que es importante reconocer aquí es la necesidad de reconstituir una visión radical de la alfabetización que gire en torno a la importancia de nombrar y transformar esas condiciones ideológicas y sociales que van en detrimento de la posibilidad de crear formas de comunidad y de vida pública organizada con base en los imperativos de una democracia crítica. (p. 151)

En este artículo discutimos la pregunta de si, en las formulaciones anteriores, se puede sustituir “alfabetización” por “alfabetización matemática”⁴. En un primer momento el término alfabetización matemática se utilizará para

3. Mirar las anotaciones que sobre Gramsci hace Giroux (1989, p. 147).

4. Ubiratán D’ Ambrosio (1985) ha utilizado el término “alfabetización matemática” en varios de sus trabajos de etnomatemática.

denominar la habilidad para calcular y usar técnicas formales y matemáticas, más adelante esperamos proveer el concepto con un contenido más diferenciado. ¿Se puede concebir la alfabetización matemática como una espada de doble filo? ¿Acaso se puede usar la alfabetización matemática con el propósito de potenciar? ¿La alfabetización matemática podría ayudar a la gente a reorganizar sus visiones de las instituciones, tradiciones y posibilidades sociales de acción política? Si reformulamos otra de las proposiciones de Giroux tenemos: la alfabetización matemática como un constructo radical tendría que enraizarse en un espíritu de crítica y de proyecto de posibilidad que le permitiera a la gente participar en la comprensión y transformación de su sociedad, y, por lo tanto, la alfabetización matemática se convertiría en una condición previa para la emancipación social y cultural. ¿Esta afirmación puede ser más que una afirmación medio vacía? ¿Cuál sería el significado de alfabetización matemática si se quisiera que encajara en esta formulación? Freire desarrolló el concepto de alfabetización de tal manera que incluyera más que las habilidades básicas de lectura y escritura; pero ¿qué tipo de extensión de la alfabetización matemática se necesita? ¿Acaso la alfabetización matemática también se relaciona con formas de ignorancia política e ideológica que funcionan como el rechazo a conocer los límites y consecuencias políticas de la visión que uno tiene del mundo? ¿Se podría involucrar la alfabetización matemática en un proyecto para nombrar y transformar esas condiciones ideológicas y sociales que van en detrimento de la posibilidad de crear formas de comunidad y de vida pública organizada con base en los imperativos de una democracia radical?⁵

Naturalmente, sería muy simple asumir como un axioma que la alfabetización matemática tiene un papel similar en la sociedad al de la alfabetización. Puede ser el caso; empero, las diferencias y similitudes deben analizarse. La intención de las páginas siguientes no es “demostrar” que la educación matemática tiene que seguir algunas líneas para su desarrollo. La intención es aún más limitada. Es discutir la posibilidad de dar significado a tales desarrollos. Giroux habla de una democracia crítica, muchos educadores han reflexionado acerca de este término, y yo he visto que una mirada más cuidadosa a las ideas y supuestos asociados con la democracia puede indicar algunas respuestas al problema propuesto. A pesar de que muchas otras líneas de análisis son relevantes, en este artículo me concentraré en el concepto de democracia y trataré de conectarlo con la educación matemática.

5. Ver también Frankenstein (1987) y (1989).

DEMOCRACIA Y EDUCACIÓN

Hay un amplio acuerdo acerca de que la democracia es un rasgo atractivo de la sociedad. Sin embargo, al mismo tiempo existe un vasto desacuerdo acerca del significado de democracia⁶. El concepto de democracia se refiere a una gama de ideas, esperanzas y utopías diferentes. Por lo tanto, aunque es imposible señalar cualquier definición sencilla de democracia, podríamos tratar de obtener el concepto a través de delinear algunas ideas que se relacionan con la democracia⁷.

La democracia se refiere a por lo menos cuatro de los siguientes aspectos:

- 1) Los procedimientos formales para elegir un gobierno y para que éste ejerza su poder.
- 2) Una distribución justa de los servicios y bienes sociales, tales como el bienestar, educación, hospitales, etc. Como consecuencia, una parte sustancial del análisis teórico de las ideas democráticas se relaciona con los tipos de bienes y facilidades que tienen que distribuirse de manera justa. Y aquí, ¿cuál es la interpretación de “justo”?⁸
- 3) La igualdad de oportunidades, derechos y obligaciones de cada miembro de la sociedad. No deberían existir diferencias en las oportunidades, que se basen en diferencias de condición social, sexo o raza. La ley debería tratar a todos de la misma manera e igualmente todos deberían cumplir la ley por igual. Pero ¿qué significa “igualdad de oportunidad”? De acuerdo con la tradición liberal idealista, significa la posibilidad no restringida de que cualquier persona intente hacer lo que quiera (desde que esté permitido legalmente); mientras que la tradición materialista ha subrayado que no basta con disminuir el número de restricciones porque de hecho la sociedad debe proveer las condiciones para que cualquiera sea capaz de perseguir sus propios intereses. Así, cualquier discusión sobre la democracia se vuelve una discusión acerca de la libertad.

6. En *Modelos de democracia*, David Held escribe: “Casi cualquier persona hoy en día afirma que es demócrata, sin importar si sus visiones son de izquierda, centro o derecha. Los regímenes políticos de todo tipo en, por ejemplo, Europa Occidental, el bloque Oriental y América Latina, se anuncian como democracias. Empero, lo que cada uno de estos regímenes dice y hace es radicalmente diferente. La democracia parece otorgarle un ‘aura de legitimidad’ a la vida política moderna: las normas, leyes, políticas y decisiones parecen justificarse y ser apropiadas cuando son ‘democráticas’” (Held, 1987, p. 1).

7. Una discusión clásica en la filosofía analítica del término “democracia” se encuentra en Benn & Peters (1959).

8. Ver también Frankenstein (1987) y (1989).

- 4) La posibilidad y la habilidad de los ciudadanos para participar en la discusión y evaluación de las condiciones y consecuencias del gobierno de turno. Aquí se presupone la existencia de una “vida democrática”.

En otras palabras, la democracia se refiere a las condiciones **formales** relacionadas con los algoritmos para la elección, las condiciones **materiales** asociadas con la distribución, las condiciones **éticas** vinculadas con la igualdad y por último las condiciones relacionadas con la **posibilidad de participación** y reacción.

Es importante discutir todos estos aspectos con relación a la educación; de hecho el segundo y cuarto aspectos se han debatido ampliamente con gran detalle⁹. Una distribución justa de los servicios sociales implica que en una sociedad democrática cada niño y adolescente debe tener igualdad de acceso a la escolaridad y al aprendizaje. Esto por supuesto conduce a una discusión acerca de la igualdad. ¿Qué significa la igualdad en la educación? Por supuesto, los niños y los estudiantes parecen recibir educaciones de tipos muy diferentes, al interior de una misma sociedad e incluso en sociedades que supuestamente son democráticas. ¿Cómo puede ser esto posible? Para algunos es tentador sostener que sólo los niños con las mismas habilidades pueden tratarse igual. Esto puede ser conveniente para algunos propósitos prácticos: parece más fácil enseñar a grupos de estudiantes que tienen el mismo nivel. ¿Pero en qué sentido esto está de acuerdo con los ideales democráticos? Muchos investigadores han indicado que en algunos países los niños de la clase trabajadora reciben menos formación escolar que otros niños¹⁰.

También se ha documentado ampliamente que las diferencias en logros se correlacionan con el género, al menos en algunas materias (en algunos países). La escuela parece estar al servicio de la reproducción de estructuras sociales que incluyen la división del trabajo, la distribución del poder entre el individuo y el Estado y entre los grupos sociales y, por último, parece reproducir los valores culturales tradicionales. ¿Qué significa lo anterior en nuestra interpretación de la educación desde la perspectiva democrática? Para estar de acuerdo con los ideales de la democracia, las escuelas necesitan reaccionar a las diferentes formas como la sociedad se reproduce a sí misma y debe crear un contrapeso a algunas de estas fuerzas reproductoras para ofrecer una distribución equitativa de lo que la escolaridad puede dar,

9. Por ejemplo ver Purvis & Hales (1983). En Peters (1966) se encuentra una discusión de “democracia y educación” y también del significado de “igualdad” y “libertad” con respecto a la educación.

10. Por ejemplo ver Bowles (1983).

incluso las oportunidades para la educación posterior o para la vida vocacional.

La educación tiene que ver tanto con el contenido como con la distribución de las competencias adquiridas. Que aquí no se preste atención a la distribución de las competencias no significa que esto tenga menor importancia. Sin embargo, encuentro que las preguntas formuladas anteriormente acerca del contenido y aspecto —la democracia con algún tipo de participación involucrada— son lo suficientemente complicadas, y esto nos regresa a las preguntas sobre la interpretación de la alfabetización matemática. ¿Qué tipo de competencia, si es que hay alguna, para la participación puede sustentarse a través del desarrollo de una alfabetización democrática? ¿Cuál es la naturaleza de tal competencia en una sociedad con un alto desarrollo tecnológico? ¿La educación matemática puede ser valiosa para ofrecer una base para la participación posterior de niños y adolescentes en una vida democrática como ciudadanos críticos? ¿De verdad tiene sentido relacionar la discusión del contenido de la educación matemática con la discusión sobre la naturaleza de la democracia?¹¹ Debemos entonces mirar más de cerca la idea de democracia.

COMPETENCIA DEMOCRÁTICA

En *El Contrato Social* publicado en 1762, Jean-Jacques Rousseau presenta una clasificación de los diferentes tipos de gobierno y escribe: “El soberano puede depositar el gobierno en manos del pueblo, o de su mayoría, de tal manera que haya más ciudadanos-gobernantes que ciudadanos privados ordinarios. Esta forma de gobierno se conoce como democracia.” (Rousseau, 1968, p. 110). Esta definición se ciñe a la visión antigua de democracia que enfatiza la importancia de la participación. Sin embargo, Rousseau va un poco más allá para expresar de manera explícita la idea de *democracia directa*. Todos (o la mayoría del pueblo) deben de hecho ser capaces de participar en el gobierno. Si concebimos esta como una definición genuina de democracia, es obvio que la democracia se hace imposible en la mayoría de las sociedades modernas. Este concepto tiene un campo limitado de aplicaciones y tan sólo sociedades muy pequeñas y homogéneas podrían ser democráticas.

Si abandonamos la idea de democracia directa y tratamos de encontrar una interpretación más adecuada, aplicable a un rango más amplio de sociedades, nos encontramos con el problema de la delegación de la soberanía: ¿de qué manera es posible combinar democracia con la necesidad de selec-

11. Ver Skovsmose (1990a).

cionar un grupo reducido de personas para que ejerzan el gobierno? Esta es la pregunta clave de la *democracia representativa*. La necesidad de delegar la soberanía también está implicada en el hecho de que gobernar presupone cualificaciones especiales que no tienen una naturaleza común, en especial si tenemos en mente una sociedad u organización moderna compleja. Los dirigentes deben tener un conocimiento específico acerca del ámbito de gobierno que ejercen. Tal vez necesitan una educación especializada. Esta gente debe poseer una competencia que incluya información y conocimiento. De aquí que debemos aceptar la delegación de la soberanía como una necesidad. Pero ¿cómo es posible controlar a los dirigentes? Este problema acompaña cualquier intento de expandir la democracia más allá de la democracia directa exclusiva¹².

Tenemos que distinguir entre la competencia que los gobernantes deben poseer si desean ser capaces de tomar decisiones bien fundamentadas y actuar en una forma apropiada, y la competencia que se presupone deben tener los ciudadanos para juzgar los resultados y consecuencias del acto de gobernar. Entonces debemos diferenciar la *competencia para gobernar* y la *competencia democrática*. La competencia democrática es propia de la mayoría y debe existir para que la democracia representativa funcione. La competencia democrática es la base de conocimiento y comprensión necesaria para que haya algún tipo de control sobre la delegación de la soberanía. Es una condición para la participación y la reacción. Las interpretaciones de esta competencia varían entre dos extremos: uno ve la competencia democrática como una habilidad natural del ser humano, y otro como una habilidad adquirida. En lo que podríamos llamar la interpretación clásica e idealista de la democracia, la idea básica es que, mientras la competencia para gobernar de los dirigentes es de naturaleza especial, la competencia para juzgar es natural (pero quizás apenas como una capacidad potencial, porque sólo una cierta actitud enfatizará la importancia de una forma democrática de control social, y una actitud democrática como tal no es común).

Yo asumo que no podemos presuponer que la competencia democrática existe de forma automática, sino que se tiene que desarrollar. Sin embargo, no encuentro una razón fundamental para esto en la “limitación” de la naturaleza humana (de por sí limitada), sino en las demandas que la complejidad de la sociedad le impone a la competencia democrática. Participar en la vida democrática de una sociedad con un alto desarrollo tecnológico parece ser

12. La democracia no tiene que restringirse exclusivamente al asunto de gobernar un país o una comunidad. En las reflexiones que siguen tendremos en mente un enfoque más general que ve la democracia como una característica de gobernar algún tipo de organización, bien sea una comunidad grande o pequeña, o una organización pública o privada. Sin embargo, nos referiremos a éstas como “sociedades”.

una labor desafiante. Pero, ¿a través de cuáles instituciones sociales se desarrolla la competencia democrática? Asumimos que esta pregunta tiene sentido. ¿Esto acaso implica que estamos asumiendo la existencia de algún tipo de autoridad evaluativa? ¿Puede acaso tener sentido aceptar la delegación de la soberanía sin aceptar que la gente es soberana para evaluar los resultados de su delegación?

Antes de entrar en esta discusión, debo mencionar una manera particular de “resolver” el problema de la extensión de la competencia democrática. Las interpretaciones clásicas de democracia prestan atención a la pregunta de cómo manejar el gobierno. La elección de los gobernantes no ha sido un problema importante. Naturalmente esta elección debe ser democrática y las reglas formales para la elección deben especificarse y obedecerse. Empero, las elecciones se han subordinado a la preocupación verdadera de la democracia: la forma apropiada de gobierno. Sin embargo, es posible darle la vuelta a esto y reformular la vida democrática con una preocupación por las elecciones y no por el gobierno. Lo que debe ser democrático, entonces, es la elección del gobierno. Esto hace que la condición moral sea importante en una discusión acerca de la democracia. Las otras condiciones para la democracia se vuelven insignificantes y no se necesita prestar atención al establecimiento de una competencia democrática. Esta es una “solución” posible a nuestro problema acerca de la naturaleza y desarrollo de la competencia democrática.

Esta interpretación de la democracia es la que sugiere Joseph A. Schumpeter en *Capitalismo, socialismo y democracia*, cuya primera publicación apareció en 1943. Schumpeter concibe la elección del gobierno como la preocupación primera de la democracia. Asume la posición de que el papel del pueblo es producir un gobierno (o un cuerpo intermedio que pueda producir un gobierno), y define que “el método democrático es el mecanismo institucional para alcanzar decisiones políticas en las que unos individuos adquieren el poder de decidir por medio de una lucha competitiva por el voto del pueblo” (Schumpeter, 1987, p. 269). La democracia entonces se convierte en una característica formal, no tiene que ver con los asuntos de los que el gobierno se ocupa. De hecho, Schumpeter sostiene que producir un gobierno prácticamente equivale en esencia a decidir “quiénes deberían ser los gobernantes”. La interpretación de Schumpeter es provocadoramente sencilla, pero me permitiré señalar una de sus “ventajas”: tiene un gran valor descriptivo y explica cómo el concepto de democracia se usa normalmente cuando los países se describen a sí mismos como democráticos.

Esta interpretación niega cualquier preocupación por las condiciones formales de la democracia, tales como la distribución justa de los bienes y la igualdad de oportunidades. Incluso se elimina la idea básica de que la de-

mocracia debería ser una forma de mantener el poder en las manos del pueblo. También es obvio que si mantenemos la interpretación de Schumpeter deberíamos de manera literal dejarnos de preocupar por la existencia y naturaleza de la competencia democrática. La democracia no presupone una participación y no tiene nada que ver con la toma de decisiones, o con la crítica y evaluación de las decisiones y propuestas formuladas por el gobierno. La democracia tan sólo tiene que ver con la producción de un gobierno. Y únicamente los procedimientos y algoritmos para la elección se pueden considerar democráticos o no. Esta es la solución más radical y sencilla al problema de la delegación de la soberanía. Lo único que aporta la gente a la vida democrática es su voto. El pueblo entonces sólo tiene que esperar para recibir.

Un corolario de la interpretación de Schumpeter es que la educación no debe prestar ninguna atención a la vida democrática. Y verla así expresa una comprensión errada de lo que es la educación y la naturaleza de la democracia. Las consideraciones sobre el potencial de la alfabetización como sustento de una democracia crítica se vuelven irrelevantes. Muchas tendencias en educación (matemática) ignoran el análisis de las demandas de la democracia como parte de los principios del currículo — a pesar de que no hagan una aceptación explícita de la interpretación de Schumpeter. Sin embargo, ignorar lo anterior puede expresar una interpretación de democracia como la que él hace.

El concepto de democracia al que me suscribo no tiene gran valor descriptivo en comparación con el de Schumpeter. Es mucho más cercano a la interpretación clásica que concibe la democracia como una característica del gobierno, aunque no se ignore la producción que de hecho se hace de un gobierno. No regresaré a la utopía de la democracia directa, así que está presente la problemática de la delegación de la soberanía. Por lo tanto, la democracia también caracteriza las formas de participación en discusiones y críticas sobre el gobierno. Una democracia debe abrir el espacio para una ciudadanía crítica que resulta de la puesta en práctica de una competencia crítica.

Así que el problema de la competencia democrática está de nuevo presente en la agenda. Veo el desarrollo de esta competencia como una de las condiciones fundamentales de la vida democrática. Por lo tanto, tenemos que caracterizar el contenido posible de la competencia democrática en relación con las preguntas principales que preocupan a las sociedades en cuestión. *El contenido de la competencia democrática depende de la naturaleza de los problemas que enfrenta la sociedad.* Y mi foco de interés son las sociedades con un alto desarrollo tecnológico.

EL PROBLEMA DE LA DEMOCRACIA EN UNA SOCIEDAD CON UN ALTO DESARROLLO TECNOLÓGICO

La humanidad está rodeada de tecnología. La sociedad y la tecnología se han integrado y la tecnología se ha convertido en uno de los rasgos distintivos de la civilización. La relación entre los tipos de tecnologías y ciencias varía ampliamente. Las herramientas manuales tienen un desarrollo independiente de la ciencia. Las máquinas a vapor tuvieron un desarrollo paralelo a la comprensión teórica de la termodinámica, mientras que la tecnología de la información se basa por completo en los desarrollos de las matemáticas. Las matemáticas constituyen la base lógica del procesamiento de la información e, igualmente, el pensamiento matemático es el soporte de las aplicaciones de la tecnología de la información. De hecho, cualquier programa de computador puede verse como una aplicación de un modelo matemático simple o complejo. Por lo tanto, desde un punto de vista lógico, la tecnología de la información no necesita ser interpretada como una *forma nueva* de manipulaciones formales, sino que más bien es una extensión enorme de dichas manipulaciones. El efecto de los computadores es que la aplicación de los métodos formales ha colonizado todas las áreas de la vida. Esto es lo que caracteriza la sociedad de la información¹³.

En una sociedad que se basa en el uso de herramientas manuales, la interpretación clásica de la competencia democrática es plausible. No parece requerirse un conocimiento tecnológico específico para evaluar los actos y decisiones de los gobernantes. Casi todo lo contrario sucede en el caso de las sociedades con un alto desarrollo tecnológico donde todo tipo de decisiones sociales, políticas y económicas también está asociado con la tecnología. Frente a ella tan sólo un grupo limitado de personas es capaz de manejar dicha complejidad. De hecho, esta competencia parece presuponer una cierta cantidad de conocimiento tecnológico. ¿Cómo podría cualquier persona evaluar decisiones que tienen que considerar las consecuencias de la tecnología sin tener una cantidad considerable y adecuada de conocimiento tecnológico?¹⁴

Una dictadura que obstruya los procedimientos democráticos formales puede destruir la democracia. Esto se ha visto con frecuencia y se ha considerado como *el* problema de la democracia. Unos países acusan a otros por

13. Estamos presenciando una conquista despersonalizada y deshumanizada de nuestra Lebenswelt (mundo de vida). Este fenómeno lo ha discutido con gran detalle Habermas (1984, 1987).

14. En mi terminología, el concepto de “conocimiento tecnológico” se refiere a la competencia necesaria para desarrollar y aplicar una tecnología. Este concepto se discutirá con mayor detalle más adelante.

no haber solucionado este tipo de problemas. Pero, a menos de que aceptemos la interpretación de Schumpeter, el algoritmo para la elección de dirigentes tan sólo es un aspecto de la democracia. La democracia puede verse atacada de otras formas y no exclusivamente por la negación de las reglas de elección. La democracia se refiere tanto a las condiciones formales como a las éticas y materiales y a las posibilidades de participar y reaccionar. En particular, una democracia se puede destruir si no se puede dar vida a una ciudadanía crítica. A medida de que una sociedad cambia de manera rápida, los principios más importantes que subyacen a los mecanismos de desarrollo de la sociedad se van escondiendo y se vuelven difíciles de identificar. ¿Cómo es posible evaluar las decisiones de los dirigentes si ni las condiciones ni las implicaciones de sus decisiones son visibles? ¿Cómo puede una persona no experta controlar a los expertos? ¿Acaso el desarrollo tecnológico y social en sí mismo corroerá las condiciones para la existencia de una ciudadanía crítica? Este es lo que se puede considerar como *el problema de la democracia en una sociedad con un alto desarrollo tecnológico* (hay que tener en cuenta que este no es el único problema que enfrenta una democracia).

En la sociedad de la información, la habilidad para recoger, sistematizar y usar la información parece ser el vehículo para el desarrollo social y, simultáneamente, se convierte en una fuente de poder. En el artículo “El marco social de la sociedad de la información”, Daniel Bell sostiene que la élite del conocimiento tiene poder dentro de las instituciones intelectuales y tan sólo influencia en el mundo más amplio donde se realiza el diseño de políticas. Bell encuentra que incluso si las cuestiones políticas se mezclaran más y más con los asuntos técnicos, las élites del conocimiento no tendrían el poder para tomar decisiones, a pesar de que pudieran definir los problemas, iniciar las preguntas y aportar las bases técnicas para las respuestas. Bell concluye que el poder político le pertenece, inevitablemente, a los políticos más que a los científicos o a los economistas: “En este sentido, la idea de que la élite del conocimiento se puede convertir en una nueva élite de poder me parece exagerada” (Bell, 1980, p. 542)¹⁵.

Sin embargo, incluso si este argumento parece razonable, no resuelve nuestro problema de la existencia de una vida democrática. Asumamos que Bell tiene razón: la élite del conocimiento tal vez tenga poder en las instituciones intelectuales pero sólo tiene influencia en la política. Empero, el problema de la democracia que surge a partir del desarrollo de una sociedad con un alto desarrollo tecnológico no es únicamente aquel de la influencia o el

15. Más adelante Bell concluye: “El miedo de que una élite de conocimiento pueda convertirse en los dirigentes tecnócratas de la sociedad se descarta y expresa más una confianza ideológica de los grupos radicales en contra de la influencia creciente del personal técnico en la toma de decisiones” (Bell, 1980, p. 543).

poder de una élite del conocimiento que se ubica afuera del escenario de las decisiones políticas. El problema no es simplemente el de si el desarrollo tecnológico reduce o no el papel de los políticos al de marionetas que dan voz a las consecuencias de cálculos tecnológicos prefabricados. El problema más bien tiene que ver con la relación entre, por un lado, los dirigentes (los políticos electos) y la élite tecnológica y, por el otro, la gente que se ve afectada por un gobierno. Así que si incluso la élite del conocimiento es sólo capaz de ejercer una influencia mientras que los políticos mantienen el poder, las condiciones y la argumentación para las decisiones que se tienen que tomar deben ir más allá del alcance de la gente común y corriente.

Por lo tanto, si la condición para la existencia de una ciudadanía crítica es importante en una democracia, tenemos que volver al problema de que la base de las decisiones tomadas por las autoridades es inaccesible a la gente que no pertenece al grupo de los técnicos ni de los dirigentes. El desarrollo tecnológico puede *erosionar* parte de las condiciones no formales de la democracia, y convertirla en sólo un algoritmo para la elección de representantes. Esta erosión es una amenaza real para la democracia en una sociedad con alto desarrollo tecnológico. ¿Pero es posible asegurar la existencia de una ciudadanía crítica en una sociedad con alto desarrollo tecnológico? Encontrar una respuesta afirmativa a esta pregunta equivale a concebir la vida democrática como posible (también) en el futuro (sin tener que volver a la definición de Schumpeter). No trataremos de echar marcha atrás. No podemos proponer que se abandonen los entornos tecnológicos. No podemos esperar que declinen las condiciones para una ciudadanía crítica. El problema entonces es desarrollar una competencia crítica general que pueda estar acorde con el desarrollo social y tecnológico. Esto constituye el problema de este tipo de sociedades. Para profundizar en el análisis, daré una mirada a la posición de las matemáticas en la sociedad. Esta ciencia formal puede verse como una parte estructuradora de la “*expertocracia*”.

EL PODER FORMATIVO DE LAS MATEMÁTICAS

Hoy en día puede asumirse que la tecnología se caracteriza por el dominio de los métodos formales; por esto miraremos el papel de las matemáticas en la sociedad¹⁶. La tesis que discutiremos postula que las matemáticas intervienen de verdad en la realidad, no sólo en el sentido de que una nueva visión puede dar lugar a un cambio en las interpretaciones, sino también en el sentido de que las matemáticas están inmersas en parte de la realidad y la reorganizan. La tesis es que *las matemáticas forman nuestra sociedad*. La

16. Ver Skovsmose (1988).

tesis del poder formativo de las matemáticas no implica que las matemáticas en sí no puedan verse como un constructo social (que es como yo las concibo) y no puedan interpretarse como si estuvieran inmersas en los intereses económicos y culturales. Esta tesis enfatiza que este constructo social, a pesar de ser formal, es capaz de hacerle algo a la realidad, y me concentraré en este aspecto ya que me intereso por las condiciones de la democracia.

Podemos distinguir dos tipos de constructos teóricos, a saber, las *abstracciones mentales* y las *abstracciones materializadas*¹⁷. Las abstracciones mentales se usan para facilitar el razonamiento. Los conceptos matemáticos y el modelaje matemático son ejemplos de este tipo de abstracciones. El razonamiento económico puede servirse de un concepto como el Producto Interno Bruto (PIB), definido en términos de una función matemática. Las abstracciones mentales existen de la misma manera como existen los modelos mentales o las imágenes. Su existencia es similar a la de un personaje de una novela. Por el contrario, las abstracciones materializadas tienen un estatus ontológico diferente. Son abstracciones que se toman como un hecho. Por lo general no nos cuestionamos sobre si lo que estamos manejando es una abstracción material. Las formas de calcular los impuestos, los subsidios infantiles, los salarios, las estrategias de producción, etc. no son simples modelos mentales sino que tienen una influencia real en nuestras vidas¹⁸. El valor de intercambio de las mercancías en forma de dinero es real y no únicamente un modelo que expresa el grado de utilidad de algún bien o el tiempo necesario para su producción. Los sistemas monetarios se han convertido en el estado real de los negocios e incluso el PIB se ha vuelto real; ha alcanzado un estatus diferente al de ser tan sólo el resumen de una serie de cálculos basados en los valores de algunos parámetros. El PIB está presente en las discusiones sociales y económicas como un objeto independiente y como una figura real.

Cada sociedad y cada cultura ha desarrollado un campo de abstracciones materializadas. ¿Cuál es su fuente? ¿De dónde provienen dichas abstracciones? Ellas deben haber surgido de un acto creativo. Si miramos la historia podremos seguirle el rastro a algunas abstracciones materializadas en las estructuras ideológicas y religiosas y en los sistemas metafísicos; pero los hábitos se vuelven normas y estándares y reglas. Las abstracciones materializadas tienen que considerarse como parte de nuestras vidas. Dejan

17. Las ideas que se describen en esta sección las hemos desarrollado cooperativamente con Christine Keitel y Ernst Kozmann como parte del trabajo en el grupo BACOMET. Ver Keitel (1989).

18. Ver la discusión de la función prescriptiva de las matemáticas aplicadas que aparece en Davis y Hersh (1988).

de ser simples modelos para nuestro pensamiento. En este sentido, las abstracciones mentales se convierten en abstracciones materializadas. Es más, la fuente principal de las abstracciones materializadas es diferente en las sociedades con un alto desarrollo tecnológico de hoy en día. Las matemáticas y las ciencias formales se han convertido en una nueva fuerza ebullidora para la invención de reglas y estructuras. Las ciencias formales no sólo crean formas de describir y manejar problemas, sino que también se vuelven una fuente principal para la reconstrucción de la realidad.

Podemos formalizar un lenguaje o una parte de un lenguaje y las matemáticas pueden ser interpretadas como un tipo tal de formalización. Pero no sólo es posible formalizar un lenguaje sino también acciones y rutinas, como por ejemplo una forma de comportamiento. En este caso, el resultado de un proceso de formalización no es un nuevo lenguaje sino una estructura para manejar algo que tal vez tome la forma de un “manual” (*i.e.* descripciones de cómo comportarse en una forma algorítmica prescrita). Este fenómeno se puede ejemplificar con el “manejo científico” que desarrolló F.W. Taylor¹⁹. La idea básica es que los procesos complejos de trabajo tienen que descomponerse en sus componentes atómicos. Después, cada componente se debe investigar para encontrar la mejor manera de llevar a cabo las operaciones y se debe medir el “tiempo apropiado” para su ejecución. A continuación, los componentes atómicos se secuencian para definir el proceso de trabajo para cada trabajador, y el total del comportamiento algorítmico de los trabajadores conformará una nueva “mega-máquina”. Taylor describió cómo investigó procesos de trabajo específicos y, como ejemplo, narró la historia del compromiso del trabajador “perfecto”, llamado Schmidt, quien nunca hacía preguntas sino que seguía los algoritmos prescritos. Schmidt entonces se convirtió en el primer hombre taylorizado.

La formalización del lenguaje y la formalización de las acciones están estrechamente conectadas. La aplicación de un lenguaje formalizado para describir fenómenos facilita “ver” las estructuras formales y, al hacer esto, se da un primer paso en la adaptación de la realidad a nuestra imagen de ella. Una descripción formal resalta algunos aspectos e ignora otros. Si, por ejemplo, el objeto de nuestra descripción son los procesos productivos o las transformaciones económicas y nuestra intención es sistematizar un poco más y taylorizar, entonces una descripción formal facilitará nuestros pasos. Tal descripción hace más fácil trabajar nuevos algoritmos de comportamiento. Presenciamos la transmutación de una abstracción mental en una abstracción material, que se ha provocado por la transformación de un lenguaje formalizado en una formalización de rutinas. Creamos una semántica para

19. Ver Taylor (1947).

nuestra descripción formal a través de inventar algoritmos y rutinas, *i.e.* tipos de comportamiento a los que se refiere el lenguaje formal. Las matemáticas intervienen en la realidad creando una “segunda naturaleza” a nuestro alrededor, y dando no sólo descripciones de los fenómenos, sino también modelos para comportamientos modificados. No sólo “vemos” las cosas de acuerdo con las matemáticas, sino que también las “hacemos” de acuerdo con ellas. Las estructuras matemáticas juegan un papel en la vida social de la misma manera fundamental como las estructuras ideológicas organizan la realidad. Schmidt ya no es el único hombre taylorizado.

EL CONOCIMIENTO REFLEXIVO

Para mí, el problema de la democracia en una sociedad con alto desarrollo tecnológico tiene que mirarse desde la perspectiva de la tesis del poder formativo de las matemáticas. Si las matemáticas intervienen en la realidad, uno de los principios para organizar los procesos de trabajo, el manejo económico, etc. surge de una fuente que se esconde detrás de la escena de la política. Pero si las matemáticas tienen un papel especial que jugar, se vuelve natural suponer que la educación matemática debe ponerse en la mira, y esto lleva de nuevo nuestra discusión al concepto de alfabetización matemática. Puede ser útil hacer algunas distinciones con miras a especificar el contenido de este concepto.

Como ejemplo tomemos el funcionamiento del tráfico vehicular: muchísimos carros (particulares) causan polución, se quema mucha gasolina y ésta va a parar a la atmósfera, etc. Esta forma de transporte conlleva algunos riesgos graves (de tipo ecológico, por ejemplo) que vamos a tener que enfrentar en un futuro no muy lejano. La manera de afrontar estos problemas que comienzan a surgir no consiste en desarrollar la habilidad de los conductores para manejar, *i.e.* su habilidad para maniobrar un carro en medio del tráfico pesado; tampoco consiste en instruir más a los conductores sobre mecánica —cómo está construido el carro, cómo funcionan los frenos, cómo podría repararse, entre otros. Naturalmente es de mucha utilidad tanto que se pueda reparar el carro, como que se pueda conducir de una mejor manera. Sin embargo, esta no es una respuesta satisfactoria al problema del tráfico vehicular. Para enfrentar este problema y reaccionar a él de forma adecuada, tenemos que desarrollar una mejor comprensión de lo que significa “tráfico vehicular”, visto como el fenómeno complejo de la organización del transporte y del tráfico en general. ¿Cuáles son las consecuencias económicas y ecológicas del “tráfico vehicular”? ¿Qué acciones políticas y sociales se necesitan y cuáles parecen ser viables? Necesitamos aprender *acerca* del tráfico vehicular para responder estas preguntas. Obviamente aprender sobre

tráfico vehicular no es en sí una solución a los problemas que causa el tráfico vehicular; empero, sí es el paso epistemológico que se debe tomar para hacerse cargo del problema en sí. Se debe desarrollar el conocimiento en un meta-nivel si queremos que nuestras acciones no degeneren en medidas de desesperación. Apegarse al mejoramiento de las habilidades de conducción sería adoptar una política de avestruz.

Esto puede enunciarse de manera más precisa. Llamemos *conocimiento tecnológico* al conocimiento necesario para desarrollar y usar la tecnología. Como ejemplo de este tipo de conocimiento tenemos tanto el conocimiento necesario para manejar un carro, como el saber-hacer necesario para repararlo y construirlo. Las habilidades para conducir no son del mismo tipo que el conocimiento sobre el tráfico vehicular. El último es un ejemplo de meta-conocimiento que llamaremos *conocimiento reflexivo*²⁰. La tesis fundamental que relaciona el conocimiento tecnológico con el conocimiento reflexivo es que el primero en sí mismo es incapaz de predecir y analizar los resultados de su propia producción; se necesitan reflexiones. La habilidad para conducir carros no es suficiente para evaluar las consecuencias sociales de la producción de automóviles. La habilidad para mejorar las vías no produce una mejor comprensión del “tráfico vehicular”. El conocimiento tecnológico nació corto de visión. El conocimiento reflexivo debe basarse en un horizonte más amplio de interpretaciones y conocimientos previos. Tiene que captar la situación en la que el conocimiento tecnológico se pone en marcha; pero no se logra pasar del conocimiento tecnológico al reflexivo a través de seguir pasos sencillos. Los conocimientos tecnológico y reflexivo constituyen dos tipos diferentes de conocimiento que no son independientes. Puede ser importante manejar alguna aproximación tecnológica para dar sustento a las reflexiones. Para ser capaces de comprender y discutir las implicaciones sociales de la polución ocasionada por el tráfico vehicular, tenemos que saber las condiciones y principios básicos relacionados con la fabricación de carros, mas no es indispensable manejar todos los aspectos de dicha fabricación. Si ese fuera el caso, la democracia en una sociedad con un alto desarrollo tecnológico se volvería imposible.

El conocimiento reflexivo no puede armarse como un rompecabezas de componentes tecnológicos. Aun si recolectamos todas las partes posibles de una información tecnológica, no necesariamente seremos capaces de construir reflexiones de estas partes solas. El conocimiento tecnológico no implica una autocrítica ni tampoco la especificación de las tendencias alternativas del desarrollo tecnológico. Así que la base epistemológica del conocimiento reflexivo no se basa en los problemas tecnológicos, sino en la manera tecno-

20. Ver Skovsmose (1989a), (1989b) y (1990b).

lógica de manejar tales problemas. Mientras que el conocimiento tecnológico tiene por objetivo solucionar tales problemas, el objeto del conocimiento reflexivo es una solución tecnológica sugerida para algunos problemas (tecnológicos).

Es necesario hacer una distinción entre conocimiento tecnológico y conocimiento matemático. Este último se refiere a la competencia que comúnmente llamamos habilidades matemáticas, incluidas las competencias para reproducir pensamientos matemáticos, teoremas y demostraciones, y para manejar una variedad de algoritmos. Estas competencias difieren de las habilidades de creación de modelos, *i.e.* la habilidad para aplicar las matemáticas para el logro de fines tecnológicos.

Ahora podemos formular (una parte de) el problema de la democracia en una sociedad con alto desarrollo tecnológico. La pregunta es si el desarrollo de un conocimiento reflexivo puede llevarse a cabo sin presuponer un desarrollo completo del conocimiento matemático y tecnológico. Si es posible mostrar que los instrumentos para identificar y criticar el uso de los métodos formales en la sociedad no nos meten por completo en las ciencias formales en sí, entonces podemos encontrar una solución al problema de la democracia. En ese caso, el desarrollo tecnológico no necesariamente erosiona las condiciones para la vida democrática, ni deja exclusivamente como telón de fondo el algoritmo de Schumpeter.

¿Qué instituciones sociales podrían hacerse cargo del trabajo de desarrollar una competencia democrática? No se puede asumir que la respuesta es directa por completo; sin embargo, se puede afirmar que la educación debe ocuparse de esto. Asumo que la educación juega un papel específico en el desarrollo de la competencia democrática y esto hace que surjan un conjunto de nuevos objetivos para la educación. Tradicionalmente la educación se ha preocupado en especial por la preparación de pupilos y estudiantes para su participación posterior en los procesos productivos de la sociedad, pero diferentes tendencias en educación han enfatizado que la educación también debe preparar para aproximarse a los aspectos de la vida social que se salen de la esfera de la producción, incluso los aspectos políticos y culturales. En resumen, uno de los objetivos de la educación debe ser preparar a los ciudadanos para asumir una ciudadanía crítica. Este objetivo fue uno de los que más se persiguió en la educación alemana después de la Segunda Guerra Mundial²¹. En los países escandinavos tal objetivo también ha ocupado el primer lugar en la agenda —se enfatiza con el uso del término alemán *Allgemeinbildung* (educación general) que significa que la educación debe enfocarse en más que las condiciones para las posibilidades de trabajo. La

21. Ver Adorno (1971) donde se encuentra el ensayo, importante desde 1966, "Erziehung nach Auschwitz".

educación debe preparar a los pupilos y estudiantes para la vida (política) en la sociedad. Ahora regresamos a la idea, también formulada por Giroux, de que la educación tiene una obligación específica con respecto a la democracia. Ahora sí nos encontramos en condiciones para decir algo más sobre la importancia y naturaleza de la alfabetización matemática.

La idea a la que he tratado de dar significado (y no demostrar) es: *si la alfabetización matemática tiene un papel que jugar en la educación —similar pero no idéntico al papel de la alfabetización— para tratar de desarrollar una competencia democrática, entonces la alfabetización matemática debe verse como una composición de diferentes competencias: la matemática, la tecnológica y la reflexiva. Y en especial: el conocimiento reflexivo tiene que desarrollarse para ofrecer una alfabetización matemática con un poder radicalizado*. La reflexión sobre las aplicaciones de los métodos formales es un elemento importante de la identificación de condiciones para la vida social y, por lo tanto, es una parte de la competencia democrática. Esto significa que los principios guías para la educación matemática tienen que surgir de un meta-nivel y no deben buscarse más en las matemáticas puras ni en ninguna teoría epistemológica que se enfoque en el desarrollo del conocimiento matemático como tal²². Esto significa que la naturaleza entera de la discusión sobre la educación matemática tiene que cambiar. Se debe enfocar en las *funciones* de las aplicaciones de las matemáticas en la sociedad —y no simplemente en el modelaje como tal²³. La discusión del contenido de la educación matemática tiene que guiarse por la pregunta de si ella será capaz o no de aclarar la función que de hecho tienen los métodos formales en las sociedades de hoy en día.

22. Ver también Davis (1989).

23. Mogens Niss también había señalado una conclusión similar: “Tiene una importancia democrática, para el individuo al igual que para la sociedad como un todo, que cualquier ciudadano cuente con instrumentos para comprender el papel de las matemáticas [en la sociedad]. La persona que no posea tales instrumentos se vuelve una ‘víctima’ de los procesos sociales que tienen como uno de sus componentes las matemáticas. Así, el propósito de la educación matemática debe ser el de capacitar a los estudiantes para darse cuenta de, comprender, juzgar, utilizar y también realizar la aplicación de las matemáticas en la sociedad, en particular, en situaciones que sean significativas para su vida privada, social y profesional.” (Niss, 1983, p. 248). También resulta de importancia especial la discusión de Ernest (1991) acerca del tipo de profesor crítico.

EL CONOCIMIENTO REFLEXIVO EN PEQUEÑOS PASOS

¿Tiene sentido tratar de desarrollar el conocimiento reflexivo como parte de una tarea educativa? ¿Esta intención tiene algún significado educativo? Una implicación parece ser una crítica a todas esas epistemologías que se concentran en el desarrollo del conocimiento matemático en sí mismo. El ejemplo principal se encuentra en la epistemología genética de Jean Piaget quien se concentró en la naturaleza del desarrollo del conocimiento matemático. La idea principal del constructivismo de Piaget es que los esquemas inmanentes de las operaciones pueden volverse objetos para la abstracción y hacerse explícitos en patrones lógico-matemáticos de pensamiento. De esta manera se construye la arquitectura de las matemáticas. Esta preocupación por el conocimiento matemático también caracteriza los desarrollos posteriores del constructivismo. El conocimiento reflexivo tiene como su objeto el uso de las matemáticas y, por lo tanto, cobra importancia ubicarse afuera de la catedral del conocimiento formal para obtener una visión general de esta construcción.

Tratemos de adentrarnos por medio de algunos pasos en el *conocimiento reflexivo*, a sabiendas de que no hay ninguna garantía de que estos pasos conduzcan al centro de la competencia democrática, ni al concepto de conocimiento reflexivo en su formulación general relacionada con la evaluación de las tecnologías en la sociedad. Tan sólo estamos hablando de algunos pasos puestos en un orden analítico, y no de pasos que de hecho deban ser seguidos por los niños y estudiantes (cuando hablo de primer paso, segundo paso, esto debe entenderse como pasos diferentes). Esperamos que esto dé algo más de significado educativo a la “alfabetización matemática”.

Un *primer* grupo de preguntas formuladas por los pupilos, estudiantes y profesores, acerca de su trabajo en el salón de clase de matemáticas podría ser: ¿hemos hecho correctamente los cálculos?, ¿hay diferentes maneras de controlar los cálculos? Estas preguntas se dirigen a los aspectos matemáticos del proceso de resolución de problemas y cualquier intento de responderlas nos llevará de inmediato al campo de las matemáticas. A pesar de esto, pueden ser vistas como pasos rudimentarios para reflexionar acerca de lo que se ha hecho. En la escuela, todas las meta-reflexiones parecen concentrarse en asuntos de este tipo. El dominio de tales preguntas apoya también la ideología del falso-verdadero, ampliamente difundida e incorporada a la mayoría de las matemáticas escolares. Esta ideología predica que cualquier respuesta a un problema o ejercicio debe estar bien o mal. Estas son las únicas posibilidades cuando hacemos matemáticas.

Un *segundo* paso debe darse y entonces podríamos formular preguntas como: ¿hemos hecho los cálculos correctos?, ¿es posible escoger entre dis-

tintos algoritmos?, ¿un algoritmo determinado es confiable en cualquier circunstancia?, ¿es sensato? De manera más general podríamos preguntar: ¿hemos usado un algoritmo apropiado?, ¿el algoritmo es confiable para lograr nuestros propósitos?

Las meta-reflexiones no deben confinarse a si los métodos empleados son correctos y consistentes, sino que podríamos dar un *tercer* paso. Las reflexiones podrían referirse a la confiabilidad de la solución en un contexto específico. Aun si los cálculos son correctos y la eficacia de las técnicas se establece, puede no darse el caso de que los resultados sean confiables. Entonces podríamos preguntar: ¿aun si hemos calculado de forma correcta y usado los algoritmos de manera consistente, como consecuencia obtenemos un resultado que podemos usar efectivamente? ¿Los resultados son confiables para el propósito que tenemos en mente? Este tercer tipo de preguntas comienza a abordar la dicotomía del falso-verdadero y toma en cuenta el contexto del uso de las matemáticas. Las preguntas se relacionan con los medios y los objetivos. En este caso buscamos el aspecto tecnológico, mientras que en los dos primeros pasos apuntábamos a las herramientas matemáticas. Si es importante para los niños y estudiantes que se hagan preguntas de este tipo en el colegio, es importante que las matemáticas estén contextualizadas de manera tal que ellos vean su valor en dichas indagaciones.

Esto nos lleva al *cuarto* paso para desarrollar el conocimiento reflexivo. Podríamos formular preguntas como: ¿definitivamente es apropiado utilizar una técnica formal?, ¿de hecho sí necesitamos las matemáticas?, ¿es importante introducir un método formal?, ¿podríamos llegar a una solución sin matemáticas?, ¿la respuesta se basa en un cálculo matemático más o menos confiable y no en interpretaciones intuitivas de la situación en cuestión? Estas preguntas dirigen la atención hacia el hecho de que las técnicas formales y las matemáticas pueden ser herramientas no necesarias para alcanzar un fin tecnológico. En algunos casos, una manera intuitiva de manejar un problema específico puede ser preferible. Una experiencia importante para los niños es que algunas veces sean capaces de llegar a una solución sin las matemáticas. El cuarto grupo de preguntas ataca esa variante de la ideología del falso-verdadero que dice que los métodos formales deben privilegiarse. Los métodos formales pueden tener un mayor alcance en algunas situaciones, pero no siempre funcionan ni dan una respuesta apropiada. El contraste entre técnicas formales e intuitivas puede hacer ver la formalización como una de las muchas formas posibles de manejar un problema, y esta experiencia es importante cuando se desarrolla el conocimiento reflexivo. La pregunta que alguna vez se hace después de una contextualización exitosa es: ¿a dónde se fueron las matemáticas? Algunas veces parecen haber desaparecido en la mitad de un proyecto. Mas esto podría también interpretarse como una

condición positiva para las reflexiones sobre la necesidad de las herramientas formales.

Damos un *quinto* paso hacia el conocimiento reflexivo cuando buscamos consecuencias más amplias del uso de técnicas específicas para solucionar un problema. En los pasos tercero y cuarto las reflexiones se concentraban en los objetivos tecnológicos de la tarea, pero ahora buscamos fuera del objetivo original de nuestra acción y tratamos de encontrar las implicaciones generales de llevar a cabo una tarea determinada con medios formales. ¿Cómo la aplicación de un algoritmo afecta nuestra concepción de una parte del mundo? Esta es la pregunta que apunta hacia el poder formativo de las matemáticas. Ahora, ¿cómo manejamos esta pregunta en un contexto educativo? Para dar el quinto paso no podemos olvidar que estamos ubicados en un salón de clase. Sin embargo, antes de volver a este asunto, avancemos un poco más.

El *sexto* paso consiste en tratar de reflexionar acerca de la manera como hemos reflexionado sobre el uso de las matemáticas. El conocimiento reflexivo debe referirse a su mismo estatus. Esto redondea nuestro camino hacia el conocimiento reflexivo.

Me permito resumir los seis pasos por medio de preguntas claves —y tengo presente que los pasos tienen un orden lógico y no más que eso:

- 1) ¿Usamos el algoritmo de la forma correcta?
- 2) ¿Usamos el algoritmo apropiado?
- 3) ¿Podemos confiar en los resultados de ese algoritmo?
- 4) ¿Podríamos hacer algo sin cálculos formales?
- 5) ¿Cómo afecta el uso de un algoritmo (apropiado o no) a un contexto específico?
- 6) ¿Podríamos haber hecho una evaluación de otra manera?

Las dos primeras preguntas se enfocan en la herramienta matemática, la tercera y cuarta en la relación entre la herramienta y la tarea, la quinta en el efecto general de perseguir un objetivo a través de la herramienta seleccionada, y la sexta en la forma como nos hemos estado aproximando a los asuntos enunciados en los cinco pasos anteriores.

Con el quinto paso parece que en definitiva nos hemos salido del salón de clase. ¿Tiene sentido ilustrar cómo las matemáticas forman la sociedad? ¿Tiene algún sentido introducir la idea del poder formativo de las matemáticas en la educación elemental? Tratemos de imaginarnos que los niños/estudiantes se involucran en un proyecto acerca del subsidio infantil e imaginémosnos que, como un subproyecto, tratamos de mirar los asuntos

más elementales del subsidio infantil. En Dinamarca, el pago de los subsidios infantiles hoy en día ha variado de acuerdo con diferentes conjuntos de reglas, así que tratemos de participar en estas consideraciones. Fijemos un monto de dinero M . ¿Cómo distribuimos esa cantidad entre un número F de familias? Según la edad de los niños/estudiantes involucrados en el proyecto, las preguntas pueden especificarse de diferentes maneras. El número de familias podría ser tan pequeño, que se podría dar una descripción de cada familia: ingreso de los padres, número de hijos, ocupaciones, edad, etc. Entonces se le puede pedir al niño/estudiante que sugiera maneras razonables de distribuir el subsidio infantil. Una respuesta natural podría ser $sf = M/F$. En el caso de esta distribución, al menos familias que tengan niños reciben subsidio. Pero la cantidad de dinero otorgada a cada familia debería depender de manera natural del número de niños en la familia. ¿Y qué pasa con el ingreso de la familia?, ¿qué pasa con el subsidio si uno de los padres vive solo con los niños?, etc.

La pregunta importante es, por supuesto, qué tipo de información acerca de las familias se va a usar. Un caso extremo es que se use muy poca, y otro, que se considere la situación global de la familia. Diseñar una fórmula en el primer caso no es difícil, pero imaginarse un diseño para el segundo se vuelve casi imposible. El diseño de un algoritmo presupone que se deben hacer algunas simplificaciones. A lo largo del proyecto los niños/estudiantes podrían darse cuenta de esto. Podrían experimentar las dificultades que surgen al adicionar más y más elementos a un sistema formal. Las discusiones de manera inevitable tendrán que pasar de lo que es razonable y justo a lo que es posible de acuerdo con la herramienta tecnológica. Formarse una impresión y comprensión de qué tipo de interruptor manejar es importante para entender el papel de los métodos formales de la sociedad de hoy en día.

Cuando se decide que se va a usar algún tipo de método formal, entonces también se decide un conjunto limitado de factores que pueden considerarse. Los niños/estudiantes podrían llegar a darse cuenta de algunas de las características básicas del poder formativo de las matemáticas — y también de que en algunos casos no existe una alternativa al proceso de formación, a pesar de que sí existan maneras alternativas de formar. Una vez se fija un algoritmo para la distribución, también se fija una parte pequeña de la vida social. La formación entonces se convierte en una realidad dura y fría para mucha gente. Estas consideraciones indican lo que podría significar ilustrar, en un nivel más bien básico, que las matemáticas forman la sociedad. Empero, no estoy afirmando que esto implique un éxito pedagógico. Tan sólo he tratado de indicar en qué dirección debemos buscar algún significado educativo a la idea de que la alfabetización matemática tiene bastante impor-

tancia en la sociedad tecnológica de hoy, como parte de una competencia democrática general.

CONCLUSIONES

Las habilidades para conducir denotan únicamente una competencia tecnológica, pero es crucial saber *sobre* el tráfico vehicular y sus consecuencias. Tales meta-reflexiones son importantes en la sociedad, y ellas nos presentan una tarea educativa —de hecho, la educación ambiental cada vez se expande más y más. En el mismo sentido, los principios guías de la educación matemática no deben seguir basándose exclusivamente ni en las matemáticas puras ni en las matemáticas aplicadas, sino en una perspectiva más amplia que apunte hacia el conocimiento reflexivo. Es posible conectar la potenciación de las personas y la educación matemática a tal punto que la educación matemática pueda ayudar a aclarar el papel formativo de los métodos formales en la sociedad. La potenciación del individuo no se conecta con una habilidad aislada para efectuar cálculos matemáticos como tal, sino con la comprensión de cómo las matemáticas se aplican y funcionan. Para ser capaz de ejercer los derechos y deberes democráticos es necesario poder comprender los principios relevantes de los mecanismos de desarrollo de la sociedad. Necesitamos conocer las estructuras de riesgo que acompañan el desarrollo social (y algunas de estas estructuras de riesgo de hecho han sido creadas por la formalización)²⁴. Debemos ser capaces de ver tanto las fuerzas constructivas como las destructivas, asociadas al desarrollo tecnológico. En especial, debemos tener la capacidad de comprender lo que las matemáticas le hacen a la sociedad. Esto provee (algún) sentido a la formulación: la alfabetización matemática como un constructo radical debe enraizarse en un espíritu de crítica y en un proyecto de posibilidades que capacite a la gente para participar en la comprensión y transformación de su sociedad.

Veo ésta como una condición para desarrollar la dimensión de participación en una democracia. Si se espera que la gente no sea simple receptora de información y de instrucciones, sino que también sea capaz de criticar, evaluar y comprender, *i.e.* dar una alimentación a las instituciones democráticas, entonces debe alcanzar la comprensión de algunos principios estructuradores básicos de la sociedad. Y la estructura ideológica no es la única que tiene importancia: las estructuras formales juegan un papel que va de la mano con las formaciones ideológicas. Esta es la razón por la que encuentro que la alfabetización matemática y la alfabetización juegan papeles

24. Ver Boos-Bavnbek (1991).

similares. No digo que éstas sean los únicos poderes formadores de la sociedad (en mi discusión no he tocado la economía), pero la intención ha sido ver los paralelos entre la alfabetización y la alfabetización matemática. Tal vez sea un hecho histórico reciente que la educación matemática pueda jugar un papel crítico en la naturaleza de las formaciones de la sociedad actual: la “alfabetización matemática” puede convertirse ahora en un poder crítico. Esto confiere un *significado* (analítico) al proyecto de relacionar la educación matemática y el desarrollo democrático, a pesar de que el proyecto no sea realizable: no es de ninguna forma obvio que la educación pueda convertirse en una fuerza social potente y progresiva. Sin embargo, *es* posible²⁵.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adorno, T. (1971). *Erziehung zur Mündigkeit*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Bell, D. (1980). The social framework of the information society. En T. Forester. *The microelectronics revolution*. Oxford: Blackwell.
- Benn, S. & Peters, P. (1959). *Social principles and the democratic State*. London: Allen and Unwin.
- Boos-Bavnbek, B. (1991). Against ill-founded, irresponsible modelling. En M. Niss *et al.* (Eds.). *Teaching of mathematical modelling and applications*. Chichester: Ellis Horwood.
- Bowles, S. (1983). Unequal education and the reproduction of the social division of labour. En B. Cosin & M. Hales. En *Education policy and society*. London: Routledge and Kegan, pp. 27-50.
- D'Ambrosio, U. (1985). Mathematics education in a cultural setting. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 16, pp. 469-477.
- Davis, P. (1989). Applied mathematics as social contract. En C. Keitel (Ed.). *Mathematics education and society*. Paris: UNESCO, pp. 24-27.
- Davis, P. & Hersh, R. (1988). *Descartes dream: the world according to mathematics*. London: Penguin Books.

25. Tiene que notarse que la línea de análisis de este artículo dista de ser la única posible. Por ejemplo, aunque el conocimiento reflexivo puede relacionarse con reflexiones acerca del uso de las matemáticas en la sociedad, puede también, en un contexto educativo, asociarse con reflexiones sobre lo que está sucediendo en el salón de clase. Es más, he analizado el desarrollo tecnológico como una amenaza al desarrollo democrático, pero es obvio también que la tecnología de la información tiene una posibilidad democrática en la medida en que facilita la distribución de la información. Sin embargo, este argumento no excluye los peligros que se construyen al interior del desarrollo tecnológico.

- Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. Brighton: The Falmer Press.
- Frankenstein, M. (1987). Critical mathematics education: an application of Paulo Freire's epistemology. En I. Shor (Ed.). *Freire for the classroom*. New York/London: Heineman, pp. 180-210.
- Frankenstein, M. (1989). *Relearning mathematics*. London: Free Association Books.
- Giroux, H. (1989). *Schooling for democracy: critical pedagogy in the Modern Age*. London: Routledge.
- Habermas, J. (1984, 1987). *The theory of communicative action, I-II*. London: Heinemann and Cambridge: Polity Press.
- Held, D. (1987). *Models for democracy*. Cambridge: Polity Press.
- Keitel, C. (1989). Mathematics and technology. *For the Learning of Mathematics*, 9, pp. 7- 13.
- Mill, J. (1975). *Three essays on liberty, representative government and the subjection of women*. Oxford: Oxford University Press.
- Niss, M. (1983). Considerations and experiences concerning integrated courses in mathematics and other subjects. En M. Zweng *et al.* (Eds.). *Proceedings of the Fourth International Congress on Mathematical Education*. Birkhauser: n.e., pp. 247-249.
- Peters, R. (1966). *Ethics and education*. London: Allen and Unwin.
- Purvis, J. & Hales, M. (Eds.) (1983). *Achievement and inequality in education*. London: Routledge and Kegan.
- Rousseau, J.-J. (1968). *The social contract*. London: Penguin Books.
- Schumpeter, J. (1987). *Capitalism, socialism and democracy*. London: Unwin Paperbacks.
- Skovsmose, O. (1988). Mathematics as part of technology. *Educational Studies in Mathematics*, 19, pp. 23-41.
- Skovsmose, O. (1989a). Towards a philosophy of an applied oriented mathematical education. En W. Blum *et al.* (Eds.). *Applications and modelling in learning and teaching mathematics*. Chichester: Ellis Horwood, pp. 110-114.
- Skovsmose, O. (1989b). Models and reflective knowledge. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 21 (1), pp. 3-8.
- Skovsmose, O. (1990a). Mathematical education and democracy. *Educational Studies in Mathematics*, 21, pp. 109-128.

Skovsmose, O. (1990b). Reflective knowledge: its relation to the mathematical modelling process. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 21, pp. 765-779.

Taylor, F. (1947). *Scientific management*. New York: Harpers and Brothers.

Ole Skovsmose
Department of Mathematics, Physics and Chemistry and Informatics
The Royal Danish School of Educational Studies
Emdrupvej 115 B, DK-2400 Copenhagen NV
Dinamarca
Tel.: (90 - 45) 3969 6633
Fax: (90 - 45) 39696 0083
E-mail: osk@inet.dlh.dk