

Hacia la alfabetización matemática¹

Howard F. Fehr (†)

Teachers College²

Columbia University

Estados Unidos

Resumen³

Se analiza la necesidad de un cambio curricular que permita la incorporación rápida de los nuevos descubrimientos y desarrollos; particularmente en la enseñanza de la matemática. También se hace un breve análisis de algunas fuerzas presentes en el cambio educativo: la demográfica, la expansión del conocimiento, el papel que le corresponde asumir a la educación y el efecto que tienen los desarrollos científicos y tecnológicos sobre los cambios sociales. Finalmente se analiza diversas ramas de la matemática en su relación con la relevancia que tienen en las necesidades de la sociedad.

Palabras clave

Currículum, enseñanza de la matemática, matemática y sociedad.

Abstract

We analyze the need of a curricular change that allows the incorporation of news discoveries and developments; particularly in mathematics instruction. Also there is done a brief analysis of some present forces in the educational change: the demographic one, the expansion of knowledge, the role to be assumed by the education and the effect that the scientific and technological developments have on social changes. Finally diverse branches of the mathematics are analyzed in its relation to the relevancy that they have in social needs.

Key words

Curriculum, Mathematics Instruction, Society and Mathematics.

¹ Publicado en *Educación matemática en las Américas - III: Informe de la Tercera conferencia interamericana sobre educación matemática*, Bahía Blanca, Argentina, 21-25 de noviembre de 1972, CIAEM y UNESCO.

² Se conserva la referencia institucional del autor al momento de la primera publicación de este trabajo.

³ El resumen, las palabras clave, el abstract y las key words fueron agregados por los editores.

1. Introducción

El análisis de los acontecimientos mundiales que aparecen en los diarios y las revistas, especialmente de aquellos que se refieren a la ciencia, a la matemática y a la tecnología que en ellas se basa, revela una situación que sorprende y alarma. Existe un abismo entre una élite –las personas que comprenden la ciencia y sus metas– y la gran masa de seres humanos que no solamente no la comprenden sino que, más aún, la temen. Este abismo ha traído como consecuencia un serio choque entre ambos grupos, cómo se produjo ese abismo y cómo puede salvarse, son serios problemas que exigen soluciones inmediatas a fin de que la enseñanza de nuestras asignaturas contribuya a un mejoramiento de la sociedad.

Es cierto que la enseñanza de la matemática en la escuela elemental se dedicaba principalmente a transmitir, mediante un aprendizaje mecánico, una serie de cálculos que se consideraban indispensables a los futuros ciudadanos.

En los últimos años se introdujeron algunos elementos de geometría física y se procuró un aprendizaje de la aritmética más significativa para los niños, aparte de la aplicación de la aritmética a usos comerciales. La matemática de la escuela secundaria fue en su casi totalidad un estudio propedéutico dictado por las exigencias del ingreso a la universidad. Esta matemática básica o moderna actuó como un cedazo a través del cual pasaban solamente los alumnos considerados aptos para realizar estudios universitarios. El programa de la escuela secundaria demostró ser bueno únicamente para una élite intelectual. Para la gran masa de estudiantes fue un fracaso. Si se considera el gasto inútil de esfuerzo, dinero y actividad intelectual que demandó, se lo puede calificar de catástrofe.

Hoy en todos los países, hay un movimiento en pro de una educación universal por un periodo de 8 años por lo menos. Ahora bien, este periodo de aprendizaje formulativo no debe impedir que los estudiantes más capaces sigan estudios más avanzados, sino mejorar la capacidad de educar bien a toda la juventud, la gran mayoría de los futuros ciudadanos, brindándoles un bagaje común de conocimientos útiles y la habilidad para poder aplicarlos. Aquí el término “útil” debe considerarse en su sentido más amplio, no solamente como aplicable a una habilidad especial. Las escuelas, o los educadores, serán los responsables del aprendizaje, o de la falta de aprendizaje, de este gran sector de la población escolar. Como en muchos países latinoamericanos el principal problema es obtener un programa de enseñanza primaria universal obligatorio por un mínimo de seis años, nuestra primera preocupación consiste en pensar en la clase de educación matemática que podemos brindar en esos años. Si por el momento dejamos de lado el grupo elite que continuara sus estudios en la escuela se-

cundaria y superior, nos preguntamos ¿por qué la gran masa de alumnos tiene que estudiar matemática? ¿qué clase de matemática debe estudiar? ¿qué clase de matemática puede aprender? Puede parecer sencillo responder a estas preguntas si se piensan desde un punto de vista tradicional; sin embargo es difícil encontrar soluciones con sólidos fundamentos filosóficos pedagógicos relevantes. Las respuestas dadas últimamente a estas preguntas son en su mayor parte opiniones y reflejan la aceptación del principio “la matemática es una gimnasia mental”. ¿Acaso lo es? El gran temor que inspira su estudio en la mayoría de la población de todos los países, tanto en aquellos en desarrollo como en los desarrollados, parece mostrar lo contrario.

Existen estudios que demuestran que mediante los métodos mecánicos de enseñanza ciertos alumnos adquieren ciertas destrezas aritméticas en cierto tiempo, pero olvidan estas destrezas con facilidad. Todos los estudios, en todos los niveles, demostraron que si en el aprendizaje de una idea se logra primeramente una base conceptual adquirida en forma significativa, las destrezas basadas en las ideas se desarrollan más rápidamente y se retienen por más tiempo que en los casos en que el aprendizaje ha sido mecánico. Otros estudios también demostraron que ciertos temas de la matemática reservados generalmente para el nivel secundario o universitario, pueden tratarse en la escuela primaria si se lo hace mediante una presentación formal y concreta. La pregunta “debería incluirse este tema en el programa de la escuela primaria, preparado para la gran masa de alumnos” no debe basarse solamente en el hecho de que el tema sea o no accesible. Hay otros problemas por resolver, como los de alcanzar metas sociales y económicas adecuadas antes de desarrollar un curriculum tendiente a lograr una alfabetización matemática.

2. Problemas en el desarrollo del curriculum

Es evidente que no se puede construir un programa educativo para el estudiantado en su totalidad, si se toma como base principal un cúmulo creciente de conocimientos matemáticos. Aún antes de tratar el contenido en sí hay otras principales cuestiones que considerar: ¿Qué clase de preparación deben recibir los profesores de matemática para poder desarrollar una actividad eficiente? ¿Cómo se puede mejorar el proceso del aprendizaje haciéndolo más efectivo? y ante todo de qué manera podrá irse reajustando continuamente el proceso educativo científico para poder asegurar que la educación que nuestros alumnos reciben hoy será útil para sus necesidades en la sociedad en la que vivirán mañana.

Ya está claro que no pueden existir políticas y metas educativas o metas de enseñanza matemática ajenas al desarrollo de nuestra cultura. Hoy es evidente

que las metas políticas de un país, las aspiraciones de su sociedad y las metas de su desarrollo establecidas por el complejo agrícola, industrial y económico, ejercen gran influencia en la determinación de los objetivos de la educación, así como en el modo en que deben ser alcanzados.

Como educadores debemos hacer que nuestras escuelas reflejen de la mejor manera posible el cumplimiento de las aspiraciones y esperanzas de todos los integrantes de nuestra sociedad. La medida en que la matemática pueda contribuir a alcanzar estas metas, determina la esencia y la tecnología educativa de nuestras disciplinas.

En la actualidad se advierte cada vez más con mayor frecuencia, que las sociedades consideran a sus integrantes como reservas de talentos y destrezas. Se acepta en forma general en todos los países, que en cada población existe una mayor distribución de talentos de lo que antes se creía y que es esencial descubrirlos para contribuir al progreso de dicha sociedad.

En consecuencia si nuestro sistema educacional es el mejor medio para descubrir y desarrollar la capacidad matemática, es importante darle la responsabilidad y la oportunidad de hacerlo.

Por otra parte, si bien existe la convicción de que es imposible que todas las personas adquieran el mismo nivel de aprendizaje en matemática, sin embargo es deseable poder proporcionar al niño entre los 6 a los 12 ó 15 años de edad una educación matemática adaptada a sus necesidades y posibilidades. Más importante aún es el hecho que muestra que elevar el nivel educativo de todas las personas de una sociedad es el mejor medio para alcanzar una vida más rica y más diversificada y en la que se podrán disfrutar mejor los desarrollos que la vida moderna ofrece. Todo miembro de una comunidad, quiéralo o no, se verá afectado por cambios que también afectarán su empleo, los medios de transporte, su salud, seguridad y sus formas de esparcimiento y se sentirá más cómodo y será más útil si es capaz de entender esos cambios y participar en ellos.

De ahí que un principio fundamental en el desarrollo de nuestros programas educativos es la idea de cambio. Dichos programas deben permitir una continua reinterpretación del conocimiento actualmente aceptado en la incorporación rápida de los nuevos descubrimientos y desarrollos. Las escuelas tienen la obligación de descartar los materiales y planteos pasados de moda. Por supuesto que no es posible predecir las preocupaciones intelectuales del mundo dentro de 25 años. Sin embargo, pienso que debido a la continua acción de ciertas fuerzas que podemos sentir ahora, es posible anticipar que las preocupaciones que tendremos que aprender entonces, serán distintas en muchos aspectos de las que enfrenta nuestra instrucción matemática hoy. La expansión

Howard Fehr



Howard F. Fehr nació en Bethlehem, Estados Unidos. Recibió su licenciatura y maestría de la Universidad de Lehigh. Fue galardonado con un doctorado de la Universidad de Columbia en 1940.

Después de enseñar en las escuelas públicas y en la Universidad de Montclair (New Jersey), el Dr. Fehr se incorporó al *Teachers College de Columbia University* en 1948; allí Dirigió el Departamento de Enseñanza de la Matemática y se convirtió en profesor emérito en 1967. También ocupó el cargo de Presidente del *National Council of Teachers of Mathematics* (1956-1958).

Fue consultor de la UNESCO; por este medio viajó por diversos países árabes, sudamericanos, Grecia, España, India, promoviendo la organización de la Educación Matemática. También fue consultor de la *Organization of European Economic Development*.

Fue un autor prolífico y un educador reconocido internacionalmente, estuvo activamente involucrado en las primeras cuatro conferencias del CIAEM.

Falleció en 1982 en Manhattan, Estados Unidos.

eficiente y rápida de los conocimientos y su reinterpretación ha creado enormes problemas. Entonces, ¿cómo pueden incorporarse las nuevas ideas en los programas de matemática en una forma rápida y eficaz? Una de las respuestas es mediante un estudio continuo y selectivo para determinar lo que es adecuado y útil para la vida futura, y lo que ya ha sido reemplazado. Recientemente, en matemática, se han tornado medidas para organizar y presentar desarrollos modernos con cierto éxito. Si se debe mejorar la eficacia del aprendizaje deben realizarse esfuerzos aun más grandes para descartar lo que está pasando de moda, para incluir lo nuevo, para sintetizar y reorganizar.

Aún así, la velocidad del cambio es tan grande que uno se pregunta cómo es posible que las escuelas de hoy puedan brindar una educación que los alumnos encuentren útil dentro de 20 años. Este problema se solucionaría en parte si nuestra enseñanza de la matemática incorporase definitivamente en su orientación, una aceptación del principio del cambio. Esta aceptación debe convertirse en una parte de la filosofía de la educación moderna. Si pudiéramos crear y cultivar tal actitud, tanto en los maestros como en los alumnos, entonces existiría una base que permitiría a las personas adaptarse a ideas y condiciones cambiantes, en su vida futura. Las fuerzas del cambio educativo

Existen una cantidad de factores que requieren un cambio, tanto en el contenido de lo que debemos enseñar, como en la forma en que debemos enseñarlo. Quizá la más evidente de las fuerzas hacia un cambio educativo es la demográfica. No solamente todos los niños comienzan a ir a la escuela a una edad más temprana, sino que también permanecen en ella por un tiempo más prolongado. Además, en muchos países es cada vez mayor el número de alumnos que continúan sus estudios a nivel secundario y superior. Por ello también los colegios secundarios (high schools) deben tomar en consideración los cambios que se producen en la matemática que tienen que enseñar a una numerosa y variada clientela. En la escuela del futuro no puede haber fracasos, solamente enseñanza que cubra las necesidades, los intereses y la destreza de toda la población de una comunidad.

Una segunda fuerza obvia es la expansión del conocimiento. Las teorías de la relatividad, física nuclear, y otros modelos matemáticos como biología celular, sistemas económicos, comportamiento psicológico, son bien conocidos y bien publicitados. Lo que no es tan conocido es cómo se produjo tan rápidamente la enorme cantidad de nuevos conocimientos y cambios conceptuales del conocimiento tradicional. La mayoría se puede adjudicar a la deliberada inclusión de la investigación como nuevo factor en nuestro operativo, (actuación) intelectual y social. El avance del conocimiento y de su aplicación mediante un esfuerzo tecnológico sistemático, ha creado nuevos intereses y en realidad se ha convertido en el objetivo de una de las mayores empresas de inversión en la sociedad moderna.

Esta explosión ha tenido y continuará teniendo un profundo impacto sobre la educación matemática. Los currícula escolares deberían reflejar los conocimientos más actualizados en todas las disciplinas.

Esto demanda nuevos cursos, nuevas perspectivas, y por supuesto nueva capacitación para los maestros por recibirse y los que están ejerciendo la profesión. Al mismo tiempo hay un límite en cuanto a la cantidad de material que puede ser incluido en el programa escolar. Este dilema refuerza el concepto de que el rol de la escuela no consiste en ofrecer aún más conocimientos, sino en seleccionar del gran almacenamiento del mismo lo que es esencial, y organizarlo para poder así ayudar a los alumnos a desarrollar una aptitud para adquirir y utilizar el nuevo conocimiento tal como surge de las mentes de sus creadores.

Una tercera fuerza apremiante proviene del papel que le toca asumir a la educación en nuestra vida socio-económica. Existe una creciente demanda de que la “educación” está relacionada al “mundo exterior”. La sociedad moderna descansa sobre el apropiado nivel de competencia que debe ser brindado por las escuelas. Los políticos, los hombres de estado, el personal empresario y la comunidad, lo demandan. Sin embargo la escuela no puede brindar la competencia (capacidad) sin el apoyo político y financiero activo de la sociedad. La interdependencia entre escuela y sociedad también se ve afectada por un factor menos obvio, a saber, que la comunidad, con sus preocupaciones diarias, sus diarios, radio, televisión, servicios y asuntos públicos, se convierte en una especie de sistema educacional informal y a través del cual todo pasa, y que ofrece realidad a la enseñanza más abstracta del aula. Nuestra sociedad es una “sociedad educativa”. El límite entre educación formal e informal se ha hecho menos nítido. La instrucción matemática escolar debe cambiar para apreciar esta interacción y adaptar su contenido y sus métodos a la misma, en vez de considerarla como una interferencia al aprendizaje formal.

Una cuarta presión es el efecto que tienen los desarrollos científicos y tecnológicos sobre los cambios sociales. El que la ciencia y la tecnología están transformando el comportamiento social, se está convirtiendo en un tema trillado. Como hecho sin embargo, es una inagotable fuente de sorpresas y de maravilla. El conocimiento científico está cambiando rápidamente creencias y comportamientos humanos y está estableciendo nuevas metas sociales. Todas las personas demandan el acceso al conocimiento, que en el pasado estaba reservado a una élite académica.

3. Relevancia matemática y social

Con el propósito de relacionar la matemática con las necesidades de la sociedad (o a su relevancia), puede resultar ventajoso considerar la matemática bajo los siguientes aspectos: aritmética, álgebra, geometría, lógica, probabilidad y estadística, aplicaciones y conjuntos. No cabe duda que la enseñanza de la aritmética, especialmente la numeración y el cálculo significativo de los números enteros y racionales en una numeración escrita decimal es de necesidad absoluta y esencial, ahora y en el futuro, para todo ciudadano activo, sin excepción alguna. Sin este conocimiento de la aritmética y sus aplicaciones en la solución de problemas, incluyendo porcentaje, proporción y relación, es imposible entender a la sociedad moderna. La adquisición de destreza en el cálculo y la aplicación de la aritmética a la solución de problemas de la vida diaria, es un factor principal de la habilidad del individuo para funcionar dentro de la sociedad moderna.

La geometría física del tamaño, forma y relaciones de las figuras, tanto plana como espacial pertenecen a la misma categoría de uso diario. Los conceptos de paralelismo, perpendicularidad, congruencia, similitud, longitud, área, volumen y distancia, penetran cada descripción del mundo en que vivimos, no importando en que medida. Son indispensables para entender la verdadera estructura física del mundo que nos rodea.

El álgebra simple, comprendiendo cuanto más los números racionales, se presenta en el hogar, la oficina, el diario y la mayoría de las ocupaciones, bajo la forma de fórmulas y gráficos y nuevamente entra dentro del conocimiento conceptual que toda persona debiera poseer. Aquí lo importante no es la destreza especial (como en las expresiones de factorización y simplificación) sino la habilidad de leer el álgebra para la generalización o la dirección que le da a las áreas específicas de trabajo. Todo el contenido arriba mencionado puede ser considerado como base concreta sobre la cual se debe construir un contenido matemático necesario para su uso común. Ahora consideremos la matemática que necesita el ciudadano del mundo moderno.

3.1. Probabilidades y estadísticas

El número de aplicaciones de las probabilidades y estadísticas ha crecido enormemente en los últimos 50 años. Estas aplicaciones se encuentran en todas partes: en la industria (control de calidad), en las empresas comerciales (tomar decisiones), la agricultura (experimentación de cultivo) en la política y la sociedad (encuestas de opinión pública), en la economía (índices de costo de vida) etc. En las ciencias físicas y de comportamiento, el uso de la probabilidad ha aumentado considerablemente. Muchos países patrocinan loterías nacionales.

En la enseñanza de la ciencia, ya no es suficiente desarrollar solamente el pensar determinístico; el pensar probabilístico que domina los fenómenos de herencia, procesos radioactivos, astrofísicos, etc., merece tenerse en cuenta para la instrucción escolar de todos los alumnos. En la vida diaria uno enfrenta una serie de situaciones azarosas (cruzar la calle, contraer enfermedades) y encuentra informes en los medios de información para todos los cuales es necesario un mínimo conocimiento de probabilidad y estadística para su correcta interpretación. En estos medios los gráficos, histogramas, las tasas, y los porcentajes son utilizados para los seguros, los impuestos, la demografía, los accidentes de tránsito, el rendimiento económico y otros. En particular las encuestas de opinión pública, especialmente las que se refieren a las elecciones, interesan a todo el público, quien sin embargo no sabe nada de los métodos utilizados para realizar las encuestas.

La errónea interpretación de las estadísticas es un hecho bien conocido y peligroso. Debemos enseñar los necesarios conocimientos de probabilidad y estadística a todos los estudiantes para alfabetizarlos. Esto incluye el conocimiento concomitante de conjuntos, manejo de conjuntos, funciones, procedimientos de cómputos, que son esenciales para la comprensión y la aplicación de una teoría de probabilidad elemental, así como la exposición gráfica y algebraica de las estadísticas.

3.2. Cálculo numérico

Cien años atrás, las empresas comerciales necesitaban empleados que pudiesen ejecutar cálculos escritos y mentales a una velocidad extraordinaria. Hoy en día no se necesitan esas personas para nada –el trabajo se realiza automáticamente. Pero lo que se necesita, y cada vez en mayor número, son personas que entiendan la teoría (los algoritmos) que abarca la multitud de nuevas aplicaciones del cálculo numérico. El diagrama de flujo, el lenguaje de las computadoras y la programación de problemas, se están convirtiendo en conocimientos que todas las personas deben poseer –en parte porque un sector importante de la masa trabajadora se verá abocada a trabajos de este tipo durante toda su vida, y más aún porque será parte de la alfabetización de toda la gente, el entender la era de la computadora y la automatización de nuestra civilización.

Este enfoque exigirá el estudio matemático concomitante de los sistemas numéricos (naturales, enteros, racionales y quizá reales), de los algoritmos y de los procesos iterativos y de aproximación, y más adelante matrices, todos los cuales aparecen ahora, y continuarán apareciendo en otras disciplinas. Todo estudiante debe saber con qué y cómo trabajan las computadoras, apreciar sus usos, y ciertamente entender lo que no saben hacer. Debería saber que la tecnología es un invento del hombre para servir al hombre en una tecnocracia.

Esto es otro ejemplo que demuestra que la alfabetización matemática es una necesidad absoluta para la educación de las masas.

3.3. Geometría

Era un dogma de la enseñanza tradicional de la geometría, considerar que enseñaba la naturaleza de las estructuras axiomáticas y de las demostraciones lógicas. Todas las evidencias señalan el hecho que estos conceptos lógicos fueron rara vez alcanzados, lo máximo que se lograba era entender un poco o repetir las así llamadas demostraciones de teoremas. Para alcanzar estos ideales, para los estudiantes que pueden necesitarlos, tenemos estructuras algebraicas más simples y más directas así como axiomas locales para una geometría afin que debe estudiarse en la escuela secundaria. Pero el estudio de la geometría, desde un punto de vista moderno, tiene otro valor social.

El estudio informal de la geometría de transformación (cartografía), explica las imágenes del espejo (reflexión), las dilataciones y las contracciones (dilatación) y presenta a la simetría, que se encuentra en casi todos los organismos –animal o planta– como lo que mejor describe las construcciones concretas y abstractas. Es fácil relacionarla a las artes –la música, la danza, la pintura, la escultura, la arquitectura– y el aspecto estético total de la vida.

Es más, el conocimiento geométrico intuitivo tiene mayor significado social que el estricto desarrollo axiomático de la materia. De este modo los gráficos, las coordenadas, los paradigmas geométricos de los fenómenos físicos, biológicos y de comportamiento, contribuyen mucho al entendimiento común de estos grandes campos que explican al hombre y su mundo. En las escuelas secundarias, la presentación axiomática formal tiene valor (si el sistema es suficientemente pequeño) para demostrar las más altas expresiones del razonamiento humano, en el sentido que “sólo Euclides ha podido ver la belleza desnuda”. Todo futuro ciudadano debería experimentar el estudio de una estructura axiomática para saber lo que hacen los matemáticos para controlar todos los descubrimientos.

3.4. Lógica

Quizá una de las más grandes contribuciones al desentendimiento y a través de él, a la incapacidad de resolver los serios problemas políticos, económicos y humanos, es la falta de comunicación correcta, clara y precisa. Decir lo que pensamos, y pensarlo que decimos, y hacerlo sin temor de ser mal interpretados, es una tarea difícil.

La lógica expresada mediante el lenguaje natural, es frecuentemente torpe, y puede ser ayudada dedicándose un poco a la simple lógica matemática y sus

aplicaciones a expresiones en todas las otras disciplinas –especialmente en el uso del medio de comunicación.

La utilización de las palabras: un, el, uno, todo, alguno, cada y todos (y sus equivalentes en otros idiomas) nos lleva a cuantificar nuestras afirmaciones.

El uso de deducciones en relación a las afirmaciones tiene un impacto aún mayor. Aquí, simples tablas de verdad, dan una ilustración gráfica de lo que significa deducción (implicación), bi-deducción y las conjunciones “y”, “o” y la negación “no”.

Toda esta lógica podría ser aplicada en la estructuración del conocimiento matemático, pero esto no es lo más importante. Tiene valor porque puede ser aplicado a cualquier campo en el que aparece el pensamiento racional –muchas de las cosas de la vida de toda persona– como medio para controlar decisiones. De allí que también debería estar incluida en la enseñanza del lenguaje natural, en el que actualmente se le da demasiada importancia a la literatura y no la suficiente a la gramática, la sintaxis y el discurso racional.

Debería ser evidente desde un principio, que estamos viviendo en una sociedad en que la matemática ya no puede ser solamente considerada como una herramienta con destreza especial. Se ha convertido en una materia cultural para todos los ciudadanos que pueden utilizar este conocimiento como uno de los medios para averiguar en qué consiste el mundo. Si la humanidad ha de avanzar en su nivel de conocimientos y de forma de vida, ya no se puede permitir dejar una gran parte de su población en el papel de ignorantes de las ciencias, alejados de un pequeño grupo élite de autoritarios. La población debe formar un todo homogéneo en su búsqueda insegura de una vida mejor.

3.5. Matemática propedéutica

Al presentar un conjunto de conocimientos matemáticos de relevancia social, debe existir alguna presentación secuencial de todos los conceptos matemáticos que lo integran y de los cuales surgen las grandes contribuciones sociales. Esto es necesario no solamente para su comprensión y uso inmediatos, sino también para aquellos estudiantes que desean continuar sus estudios. Mientras la gran masa de gente necesitará solamente tener un almacenaje de conocimientos matemáticos y sus formas de aplicación como explicación de muchos fenómenos, también debe haber provisiones para aquellos que son más matemáticamente capaces y que continuarán estudiando a nivel universitario y que se dedicarán a la investigación en sus diversas profesiones. No hay duda que este grupo de estudiantes, que se encuentra entre el 15 % de la inteligencia cognoscitiva, serán los futuros médicos, abogados, ingenieros, investigadores científicos, hombres de estado, empresarios, profesores universitarios, e inven-

tores y creadores en esos campos. En calidad de tales, ellos serán el grupo más importante en cuanto al avance y al mejoramiento de la sociedad. Para estas personas, son las formas más avanzadas del pensamiento matemático las que tienen realmente relevancia social.

El tipo de educación matemática para estas personas es una educación ciertamente abstracta y bastante rigurosa. No solamente necesitan usar los modos del pensar matemático, y el conocimiento matemático, sino que también deben estar capacitados para aplicar técnicas para resolver problemas en la creación de modelos matemáticos. La base de este conocimiento debe ser brindada en la escuela secundaria y el primer año a nivel de “college”. Resumiendo, ellos deben saber la matemática como un conocimiento total basado en la idea de (conjunto, estructura). Por lo tanto la tarea incluye un estudio sustancial de conjuntos, relaciones y funciones, sobre los cuales todo estudio subsiguiente está basado. Las estructuras son: sistema operativo, grupo, anillo, campo, todos conduciendo a la estructura de espacio vectorial. Las realizaciones de estas estructuras son los variados sistemas numéricos, incluyendo matrices y números complejos, los grupos de geometrías invariantes, polinomios, espacios de probabilidad, etc. Las actividades incluyen todas las que se encuentran en el programa tradicional, pero enseñadas en un marco contemporáneo –mediante métodos de variables, expresiones, funciones, ecuaciones, inecuaciones, valor absoluto, geometría en coordenadas, geometría vectorial, transformaciones, continuidad, límites, diferenciación, integración y métodos numéricos.

En la enseñanza de esta matemática abstracta se deben señalar aplicaciones y donde sea posible, aplicarla a disciplinas que no sean la matemática misma.

4. Conclusiones

¿Cual es entonces la respuesta a la relevancia social de la instrucción matemática? Ante todo, hay un conocimiento fundamental de la aritmética, la geometría física, y la formulación del algebra elemental que todo ciudadano debe conocer y aplicar como una rutina en su vida diaria de trabajo y sociedad. Este conocimiento ha sido ampliado hoy en día para incluir la probabilidad, las estadísticas, el discurso racional y los procesos numéricos relacionados con la programación y las computadoras. Por lo tanto hay un objetivo de información importante –la adquisición de un cierto conocimiento matemático.

Para el grupo más capaz, hay una meta absolutamente esencial que consiste en prepararlos para el liderazgo futuro que deberán asumir. Además de un conocimiento general y básico de conjuntos, relaciones, funciones y estructuras matemáticas principales, ellos también deben llegar a conocer en un sentido

más significativo y más profundo que es la matemática, cómo es concebida por los matemáticos actuales, que tipo de razonamiento utilizan, y de que forma invade las ciencias y otros campos de la actividad humana.

Pero es la utilidad de nuestra materia la que la ha mantenido, junto con la lengua materna, como la principal disciplina en el estudio escolar. El contenido, su organización, y los métodos de enseñanza deberían señalar esta utilidad cada vez que sea posible. Además, para todos los alumnos la enseñanza debería tender a desarrollar la capacidad de observación, generalización, abstracción y construcción de modos de aplicación matemáticos.

De esta manera, la formación intelectual, el conocimiento útil y su aplicación, constituyen la relevancia social de la matemática.

Debemos conseguir este tipo de alfabetización matemática si queremos evitar conflictos sociales nefastos en el futuro. Repito, entre esos pocos que conocen, utilizan y hablan el lenguaje científico y la gran masa de gente que no entiende la ciencia ni la clave del lenguaje matemático, e inclusive la teme, se ha producido una gran brecha. Esta brecha debe ser colmada. La ciudadanía futura debe llegar (con un modesto grado de entendimiento) a conocer el idioma, el simbolismo y la forma de utilizar la matemática en la explicación científica.

Lo que hay que lograr fue muy bien expresado por George Steiner en su artículo “Una alfabetización futura” publicado en el *Atlantic Monthly* en agosto de 1971, donde dice:

A menudo se objeta que el hombre común no puede participar en la vida científica. Su destino es permanecer ignorante para siempre de ese mundo cuyo idioma no entiende. Aunque los buenos científicos rara vez dicen esto, parece obviamente cierto. Pero solamente en parte. La ciencia moderna es ciertamente matemática. El desarrollo de la formalización matemática estricta, marca la evolución de una disciplina determinada, tal como la biología, en su total madurez científica. No conociendo la matemática, o muy poco, el “lector común” es excluido. Si trata de entender el significado del argumento científico probablemente se equivocará o entenderá algo que no es. Esto es también cierto pero es una verdad que se encuentra a mitad de camino a la indolencia. Aún una modesta cultura matemática puede permitir entender algo de lo que está sucediendo. El criterio que uno puede ejercitar una alfabetización racional sin conocimientos de cálculo, de topología y análisis algebraico, se convertirá en un arcaísmo extraño a fines del siglo veinte.

Estos estilos y formas de lenguaje que surgen de la gramática de los números ya son indispensables en muchas ramas de la lógica moderna, la filosofía, lingüística y psicología. Como los procesos electrónicos de datos y los códigos ocupan cada vez más la economía y el orden social de nuestras vidas, el

analfabeta matemático se encontrará cada vez más aislado. Una nueva jerarquía de servicios bajos y oportunidades atrofiadas puede desarrollarse entre aquellos cuyos únicos recursos continúan siendo puramente verbales. Pueden convertirse en “ilotas verbales”.

Por supuesto que la alfabetización matemática del *amateur*, debe permanecer modesta. Normalmente aprenderá solamente una parte de la innovación científica, echándole un vistazo momentáneo y poco claro, formándose una imagen aproximada del mismo. Pero acaso, ¿no es así como vemos gran parte del arte moderno?

Por lo tanto observamos dos orientaciones dentro de nuestra cultura que son las responsables de la brecha entre los científicos y los humanistas. El humanista, para obtener su conocimiento mira hacia el pasado, hacia las sombras, hacia un lenguaje de palabras formadas por la tradición. Para el matemático y el científico su luz y vida son una nueva alfabetización –una alfabetización matemática– y el futuro. Busquemos y enseñemos la matemática que tendrá relevancia social en el futuro.