

# Aproximación diagnóstica sobre el uso de recursos informáticos en la enseñanza de matemática en centros educativos estatales ubicados en el distrito de San Juan de Miraflores (USE 01 - Cono Sur)

MARTÍN E.  
MENDOZA B. \*

## I. INTRODUCCIÓN

Dado que en el Perú la enseñanza de matemática en la educación secundaria de menores sigue siendo –mayoritariamente– tradicional, de carácter expositivo, se hace necesario e indispensable que los docentes de esta materia incorporen las tecnologías de la información y la comunicación como recurso didáctico en el proceso de enseñanza–aprendizaje, en el marco de una metodología activa.

La pregunta que ha guiado esta investigación exploratoria es la siguiente: ¿qué recursos didácticos basados en las tecnologías de la información y la comunicación usan los docentes para la enseñanza de matemática en la educación secundaria de menores?

Consideramos que la pregunta es significativa ya que, actualmente, con el desarrollo de estas tec-

nologías, la enseñanza de matemática encuentra, en los medios informáticos, por ejemplo, los programas (*software*) educativos –recursos didácticos que favorecen un aprendizaje por descubrimiento y el trabajo en equipo–. Las tecnologías de la información y de la comunicación pueden integrarse, en el ámbito educativo, como recurso didáctico que permita al alumno participar activamente en la construcción de su propio aprendizaje.

La aproximación diagnóstica con relación a los recursos didácticos –basados en las tecnologías de la información y la comunicación que utilizan los docentes para la enseñanza de matemática en la educación secundaria de menores– se ha limitado a los centros educativos estatales ubicados en el distri-

---

\* Pontificia Universidad Católica del Perú.

to de San Juan de Miraflores (USE 01 - Cono Sur).

Los objetivos que se pretende alcanzar con la presente investigación exploratoria son los siguientes:

- Identificar los recursos didácticos que utilizan los docentes de secundaria para la enseñanza de matemática;
- Identificar qué recursos informáticos utilizan los docentes de secundaria para la enseñanza de matemática;
- Identificar las probables razones por las cuales los profesores de matemática de educación secundaria utilizan o no *software* educativo; e
- Identificar algunas necesidades de capacitación docente en tecnologías de la información y la comunicación para la enseñanza de matemática.

La presente investigación consta de seis secciones. En la segunda y tercera se presenta el marco teórico de referencia que nos permita ubicar la pregunta formulada. En la cuarta se exponen los resultados de la investigación «Aproximación diagnóstica sobre el uso de recursos informáticos en la enseñanza de matemática». En la quinta se describe la aplicación de un *software* educativo gratuito (Winplot) en la enseñanza de matemática en la

educación secundaria de menores. Finalmente, se plantean recomendaciones para incorporar las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza de matemática.

## 2. ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA MODERNA

Vivimos en una sociedad caracterizada por los cambios rápidos e incesantes que se producen en la ciencia y la tecnología. La matemática, en la actualidad, ha extendido su campo de acción a disciplinas consideradas como no matemáticas, tales como la biología, la administración, la economía, la medicina, la psicología, la geología y la lingüística. Como consecuencia de ello, varios temas que no han sido considerados hasta ahora en la enseñanza de matemática en la educación secundaria, tales como el análisis combinatorio o la programación lineal, hacen su aparición en este nivel de enseñanza.

Son muchas las áreas de la matemática que vienen recibiendo, en los últimos años, importantes aportes obtenidos gracias al desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación. La cantidad de nuevos conocimientos necesarios crece cada día. Contenidos temáticos considerados, hasta hace un lustro, en la educación universitaria han pasado a la educación se-

cundaria. El alumno de educación secundaria debe aprender nuevos temas con rigor matemático, pero en función de su edad.

Como los alumnos de hoy no son los mismos que los de ayer y las necesidades para poder actuar eficazmente en el mundo actual tampoco son las mismas, es natural que la educación matemática deba estar en continua evolución y que los educadores deban ir ajustando sin pausa la forma y el fondo de sus enseñanzas para mantener a la escuela acorde con la calle de manera que el alumno no encuentre demasiada discontinuidad entre lo que oye en el aula y lo que encuentra y ve en su casa y en la calle. (Santaló 1993: 1)

El mundo de hoy tiene como una de sus características el desarrollo y predominio de las tecnologías de la información y la comunicación, que están produciendo transformaciones en diversos sectores de la sociedad: economía, industria, comercio, finanzas, ciencia, educación, etc. Es necesario un nuevo enfoque en la enseñanza de matemática que nos permita fortalecer las ventajas que la formación matemática aporta al educando.

Una de las características de la matemática como ciencia es su estructura coherente y sistematizada. Por medio de la matemática, el alumno de educación secundaria debe enfrentarse a situaciones problemáticas, vinculadas o no a un

contexto real, con una actitud crítica. El alumno no solamente debe aprender a razonar lo que debe hacer para obtener la solución a un determinado problema; además, debe aprender a valerse de los recursos que el mundo de hoy pone a su alcance para resolver dicho problema. Es decir, se debe enseñar a usar la matemática y educar en el método matemático. Esta afirmación es cierta, debido a las características que presenta la labor matemática, en donde la lógica y la rigurosidad permiten desarrollar un pensamiento crítico.

Cuando se le presenta a un alumno la siguiente sucesión de números:

2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, ...

y se le pregunta ¿qué número sigue?, es probable que diga 29. Sin embargo, si le pedimos que nos exponga el criterio matemático que ha empleado para obtener dicho número es poco probable que nos dé la respuesta. Lo que el alumno en mención ha hecho es descubrir que esta sucesión está compuesta únicamente por números primos. Los estudiantes que tienen la posibilidad de descubrir, si se entiende el descubrir como razonar en forma adecuada, aprenden pensando.

Debemos tener en cuenta siempre que un retraso en el ámbito

educativo repercute en las actividades futuras –como ciudadanos– de los educandos. Lo que no aprendemos en la escuela –y, peor aún, lo que se aprende mal– constituye un verdadero lastre para el futuro.

Los cambios vertiginosos que se dan en el mundo de hoy hacen que también cambien a su ritmo los conocimientos necesarios de matemática; por medio de cuya enseñanza debemos propiciar en el educando un interés permanente por aprender una materia que le será de utilidad en su futuro profesional o técnico.

Se hace necesario un estudio detallado de las posibles implicancias que tienen en la enseñanza de matemática las tecnologías de la información y la comunicación. Esta situación genera muchas expectativas en los profesores de matemática. Sin embargo, la tecnología no es una panacea y estas por sí mismas, definitivamente, no van a dar respuesta a todas las interrogantes que genera la enseñanza de matemática.

Más que preocuparnos por las limitaciones de las nuevas tecnologías, salvables por su desarrollo continuo, debemos aprovechar todo el potencial que estas aportan en el ámbito educativo. De lo que se trata es que las nuevas tecnologías favorezcan el desarrollo de capacidades propias de la labor matemática: rigurosidad, razonamiento lógico,

capacidad de abstracción, etc. «El pensamiento matemático tiene una lógica que es aplicable a la aritmética, el álgebra, la geometría y a todas sus múltiples ramas. Comprender esta lógica es uno de los fines esenciales de la enseñanza de la matemática» (Fehr 1970: 10).

Enseñar matemática debe ser una actividad análoga a enseñar a resolver situaciones problemáticas. Estudiar nociones o conceptos matemáticos debe ser equivalente a pensar en la solución de alguna situación problemática. Existe la necesidad de propiciar en el educando la capacidad de aprender por sí mismo, ya que una vez que ha culminado su período escolar, tendrá que seguir aprendiendo por su cuenta muchas cosas. El alumno de educación secundaria tiene que darse cuenta de que vive en un mundo donde las tecnologías de la información y la comunicación tienen un gran predominio y, por lo tanto, debe adquirir los conocimientos necesarios para entenderlas y dominarlas. La educación permanente es una necesidad.

En este contexto, la enseñanza de matemática en la educación secundaria debe propiciar el uso del lenguaje matemático en la comunicación de ideas; debe desarrollar el pensamiento deductivo e inductivo; y debe desarrollar el pensamiento crítico y enseñar a pensar.

### 3. IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA

#### 3.1. Su incorporación en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Las tecnologías de la información y la comunicación han propiciado una verdadera transformación en diversas profesiones y áreas laborales: en el comercio, la medicina, la investigación científica, las finanzas, la industria, la administración pública y, también, en la educación.

Se entiende que el profesor de matemática debe ser un orientador/facilitador del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es decir, no se limita meramente a transmitir información al estudiante; más bien, propicia la adquisición de información por parte del estudiante por medio de situaciones problemáticas que le generan la curiosidad de conocer una situación novedosa.

La introducción de las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemática encuentra una serie de resistencias naturales, porque perturba las formas acostumbradas de enseñanza organizada. Esta resistencia es comprensible, dado que aún no se conocen del todo las posibilidades y limitaciones que implica su uso cuando se colocan al servicio de la educa-

ción. «Mientras que los alumnos de hoy pertenecen a una era caracterizada por la tecnología y la electrónica, las instituciones educativas, a escala global, continúan aferradas al pasado» (Mena 1996: 82).

Debe tomarse en cuenta que la introducción de las tecnologías de la información y la comunicación en el sistema escolar genera en el profesor de matemática una serie de interrogantes: ¿de qué manera, en qué momento y cómo se hará en el proceso de enseñanza-aprendizaje?, ¿existe material bibliográfico referente a ellas?, ¿se cuenta con la infraestructura idónea?

Toda nueva tecnología es utilizada con dominio y naturalidad luego de un proceso de capacitación. Su uso como herramienta metodológica implica el dominio instrumental de la misma por parte del profesor. Sin embargo, no deja de ser cierto que el dominio de una técnica no garantiza que esta se use de la mejor manera. Se deben encontrar canales viables y productivos para integrar las nuevas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se debe tener siempre presente que no se pretende que estas tecnologías reemplacen la labor del profesor de matemática en el aula; es decir, la presentación de conceptos, definiciones, propiedades y reglas básicas de los temas conteni-

dos en el programa curricular seguirán bajo la responsabilidad del docente.

Las tecnologías de la información y la comunicación van a ser eficientes si se utilizan con el propósito de propiciar la participación activa tanto de los alumnos como del docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La tecnología en sí misma no es una actividad educativa, es una herramienta, un medio para alcanzar un objetivo.

No se debe olvidar que, a diferencia de otros procesos, en el de enseñanza-aprendizaje están involucrados seres pensantes. El uso crítico de una técnica implica el conocimiento de su modo de operar y de sus restricciones.

Las tecnologías de la información y la comunicación surgen, en este contexto, como instrumentos para ser usados libre y creativamente por profesores y alumnos en la realización de las actividades más diversas. Profesor y alumno pasan a ser actores de un mismo proceso de construcción del conocimiento.

### 3.2. Su incorporación en la administración escolar y el manejo de datos

Las tecnologías de la información y la comunicación pueden ser usadas como una herramienta de trabajo en la administración escolar. Los

programas de uso profesional –*software* utilitario– son de aprendizaje relativamente corto y nos permiten realizar diversas tareas. Por ejemplo, los procesadores de texto se han convertido en el lápiz y papel del mundo moderno. En vez de archivos, atiborrados de papeles, se usan bases de datos. Quienes no saben utilizar estas nuevas herramientas están en desventaja en las distintas áreas laborales del mundo actual.

Existen motivos económicos y de gestión eficiente para introducir las tecnologías de la información y la comunicación en la administración escolar: matrícula de alumnos, horarios del personal docente, rol de evaluaciones académicas, pago de pensiones de estudio, pago del personal docente, registro y control de asistencia tanto del personal docente como administrativo, informes académicos de los alumnos –por ejemplo, consolidado de notas–, evaluación de los costos de proyectos educativos, determinación de los ingresos y egresos del centro educativo, entre otros.

Asimismo, la nueva tecnología puede propiciar la comunicación fluida entre personal administrativo, docentes y padres de familia. Por ejemplo, por medio del correo electrónico. «La Internet crece a un ritmo exponencial: la *World Wide Web*, el uso del correo electrónico y la cantidad de listas de correo,

grupos nuevos, foros de debate y otros marcos para la interacción, así como la tasa de participación en ellos, atraen cada vez a un mayor número y variedad de personas de todo el mundo» (Burbules y Callister 2001: 119).

Incorporar las tecnologías de la información y la comunicación a la administración escolar permite a los responsables académicos –director de estudio, responsable de un área, coordinador de una determinada materia, etc.– centrar su labor en la propuesta y supervisión de proyectos o planes de trabajo que mejoren la gestión educativa.

### **3.3. Su incorporación en el diseño curricular básico de la educación secundaria de menores (área de matemática)**

Existe la necesidad de rediseñar el currículo de educación secundaria de menores con el fin de incorporar las tecnologías de la información y de la comunicación en él.

La educación debe cambiar a fin de preparar debidamente a los ciudadanos del futuro para funcionar en una sociedad en cambio continuo. Por consiguiente, es necesario reemplazar el paradigma actual de la educación (la producción masiva de ciudadanos con conocimientos prefabricados y títulos que los habilitan para una larga carrera) con modelos pedagógicos que do-

ten a los ciudadanos de aptitudes para aprender durante toda la vida en una sociedad en la cual las tecnologías de la comunicación y la información son uno de los pilares de la infraestructura. (De Moura Castro 1998: 121)

Integrar al currículo de educación secundaria de menores las nuevas tecnologías exige capacitar a los docentes en su uso. La revisión de los contenidos temáticos y una nueva propuesta metodológica permitirá al educando participar activamente en el desarrollo de nociones matemáticas que le permitan realizar, mediante experiencias concretas, sus propias indagaciones en esta ciencia. Se propicia una nueva manera de interactuar entre el profesor y sus alumnos.

No se debe olvidar que las tecnologías de la información y la comunicación no han sido creadas y desarrolladas exclusivamente para el proceso educativo, por lo que no siempre será fácil integrarlas al currículo. En consecuencia, al incorporarlas en el diseño curricular básico se debe precisar:

- Los contenidos temáticos que pueden ser presentados y desarrollados con ellas;
- Las actividades metodológicas que acompañan la presentación de los contenidos temáticos: individual, grupal, asistida por el profesor, etc.;

- La distribución del tiempo de trabajo al utilizarlas tecnologías en el aula; y
- Su elección pertinente –*software* educativo, material audiovisual, multimedia, internet, etc.–, según criterios específicos de selección.

Su incorporación en el diseño curricular básico permitirá organizar y administrar eficientemente las actividades propias del proceso de enseñanza-aprendizaje. Las tecnologías de la información y de la comunicación se convierten así en herramientas metodológicas integradas plenamente al quehacer educativo. La elección de una tecnología en particular dependerá de la actividad pedagógica que se haya diseñado así como del objetivo que se pretende alcanzar.

### 3.4. *Software* educativo aplicado a la enseñanza de matemática

A continuación se presentan las características más relevantes de ocho programas (*software*) educativos relacionados con la enseñanza de matemática.

#### 3.4.1. *Calculadora gráfica*

Es una calculadora que puede realizar gráficos y ser programada para realizar una serie de cálculos numéricos y estadísticos. Dado su ta-

maño reducido, relativo bajo costo y fácil uso, es apropiada para la mayoría de los estudiantes.

La calculadora gráfica establece, por medio de la pantalla, una relación entre la representación gráfica de una función y la representación simbólica –regla de correspondencia– de la misma.

#### 3.4.2. *Matlab*

Es un programa de cálculo numérico que cuenta con un gran número de instrucciones que nos permiten resolver problemas científicos. *Matlab* (*Matrix Laboratory*) puede compararse con una potente calculadora científica programable. Entre sus aplicaciones a la computación y las matemáticas se puede mencionar el desarrollo de algoritmos; el modelado y la simulación; la exploración, la visualización y el análisis de datos; y la creación de gráficas científicas.

#### 3.4.3. *Mathematica*

Es un programa de aplicación numérico y simbólico que incorpora un lenguaje de programación completo, que posibilita integrar cálculos, gráficos y texto en un mismo documento electrónico llamado «cuaderno». Este programa permite al usuario trabajar en diferentes niveles y desarrollar actividades matemáticas en cada uno de ellos.



Se puede distinguir en su estructura el *Front-End* (parte visible del programa, donde se encuentran el menú y los cuadernos) y el *Kernel* (espacio donde se realizan los cálculos). En los cuadernos se pueden realizar cálculos numéricos y simbólicos, gráficas en dos y tres dimensiones, animaciones, ediciones de texto, programar funciones específicas, etc. En este programa existen paquetes de funciones y objetos ya programados, así como una amplia gama de formatos que permite al usuario leer paquetes y archivos automáticamente al abrir un cuaderno.

#### 3.4.4. *Derive*

Es un programa de cálculo simbólico, capaz de calcular límites, derivadas, integrales, y de resolver toda clase de problemas numéricos y simbólicos cuyos resultados pueden representarse mediante gráficas de dos y tres dimensiones. Se puede afirmar que es un asistente matemático que tiene aplicación en la aritmética, álgebra, cálculo diferencial e integral, cálculo vectorial y matricial, programación de funciones recursivas e iterativas, etc. Existe una versión en castellano.

#### 3.4.5. *Cabri-geometre*

Es un programa que permite construir y explorar objetos geométricos en el plano y en el espacio; utiliza

archivos de extensión *fig* (figuras) y extensión *mac* (macros).

La pantalla de trabajo consta de una barra de menú de opciones, otra de herramientas, la ventana de diseño y una ventana de ayuda.

Mediante el uso de la barra de herramientas se ejecuta la construcción y animación de los objetos geométricos. Dicha barra contiene las siguientes opciones: *puntero* –realiza la selección de objetos o transformaciones a mano alzada–; *puntos* –para construir puntos–; *rectas* –para construir objetos de lados rectos–; *curvas* –para construir circunferencias, arcos y cónicas–; *construir* –para realizar construcciones de geometría euclidiana–; *transformar* –para hacer transformaciones geométricas–; *macro* –para generar e incorporar archivos de extensión *mac*–; *comprobar* –comprueba las construcciones geométricas realizadas–; *medir* –para realizar mediciones y cálculos–; *ver* –para realizar comentarios y animaciones– y *dibujo* –para cambiar el aspecto de los objetos y visualizar el sistema de coordenadas–.

#### 3.4.6. *Graphmatica*

Es un programa graficador, interactivo, de ecuaciones matemáticas. Permite comparar, simultáneamente, varias gráficas; calcular el área bajo una curva; trazar la tangente a un punto; resolver inecuaciones;

y determinar familias de curvas. Contiene un procesador de ecuaciones y una librería completa de funciones matemáticas.

Los gráficos se pueden visualizar en coordenadas cartesianas, paramétricas, polares y campos de pendientes para ecuaciones diferenciales ordinarias –de orden cuatro–. Además, realiza cálculos numéricos y simbólicos: halla la derivada, la integral y puntos críticos de cualquier función en el plano cartesiano.

### 3.4.7. Winplot

Es un *software* gratuito, graficador de dimensión 2 –ejes X, Y– y dimensión 3 –ejes X, Y, Z–. Grafica curvas y superficies, que pueden visualizarse en una variedad de formatos. Está compuesto de menús o ventanas que pueden manejarse sin dificultad. Cada menú tiene información detallada de las funciones que realiza.

Se pueden analizar a partir de la gráfica, sin dificultad, funciones polinomiales, racionales, exponenciales, logarítmicas, trigonométricas, paramétricas, implícitas. Además, permite calcular áreas y volúmenes. También, determina gráficamente la derivada de una función, así como las trayectorias de ecuaciones diferenciales.

### 3.4.8. Quiz Faber

Es un *software* gratuito para Windows que permite confeccionar pruebas (*Quiz*) multimedia, fácil y rápidamente, como documentos HTML, con la ventaja de que no se necesita ningún conocimiento previo del formato HTML o Javascript. La elaboración de la prueba es hecha automáticamente por el programa, luego de lo cual está lista para ser publicada en Internet, en una red local –con protocolo del Intranet– o en una PC local.

Tiene formato HTML: se puede introducir en las pruebas objetos como imágenes, sonidos y videos, ya que es compatible con los formatos más extensos de Internet (JPEG, GIF, MP3, AVI, MPEG, Flash de Macromedia, Apple Quick Time, Real Audio, Real Media, etc.).

## 4. APROXIMACIÓN DIAGNÓSTICA SOBRE EL USO DE RECURSOS INFORMÁTICOS EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICA

### 4.1. La encuesta

Este instrumento se ha diseñado para recabar la información pertinente que nos permita:

- Identificar los recursos didácticos que utilizan los docentes de secundaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje de matemática;

- Identificar qué recursos informáticos utilizan los docentes de secundaria para la enseñanza de matemática;
- Explorar las probables razones por las que los profesores de matemática de educación secundaria utilizan o no *software* educativo.
- Sugerir algunos recursos para el proceso de enseñanza–aprendizaje de matemática en la educación secundaria de menores.

#### 4.2. Variables

Se han tenido en cuenta las siguientes variables: formación docente del profesor de matemática, años de labor docente en la enseñanza de matemática, capacitación del profesor de matemática en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación, acceso efectivo a informática y telemática, y uso de *software* educativo en la enseñanza de matemática.

#### 4.3. El universo y la muestra

Para definir el marco muestral se han utilizado los datos estadísticos elaborados por el Ministerio de Educación (Unidad de Estadística Básica), correspondientes a los años 2002 (personal docente según especialidad del título optado) y 2003 (número de centros educativos estatales). Según la fuente, el total

de centros educativos estatales, de la modalidad secundaria de menores, turno continuo (mañana y tarde) en el distrito de San Juan de Miraflores (USE 01) es de 13. En el proceso de definición del marco muestral se detectó que existen docentes de la especialidad de Educación Secundaria Matemática y Física (98 en total) y docentes de la especialidad de Educación Secundaria Matemática (77 en total).

Debido a que nuestra intención es aplicar una encuesta a profesores de matemática, el universo queda conformado por los docentes de educación secundaria de menores, de la especialidad de matemática, que laboran en los centros educativos estatales ubicados en el distrito de San Juan de Miraflores (USE 01).

Durante los meses de octubre y noviembre del año 2003 se organizó el «I Curso Taller de Matemática 2003», denominado «Capacitación Docente para el Mejoramiento de la Calidad de la Enseñanza y Aprendizaje de Matemática», dirigido a los profesores de la especialidad de matemática, nombrados y/o contratados, de los centros educativos estatales del distrito de San Juan de Miraflores (USE 01). Dicho evento contó con el auspicio del Colegio de Matemáticos del Perú y la Sociedad Matemática Peruana. Se otorgaron certificados

válidos para la evaluación del escalafón magisterial a cargo del Ministerio de Educación.

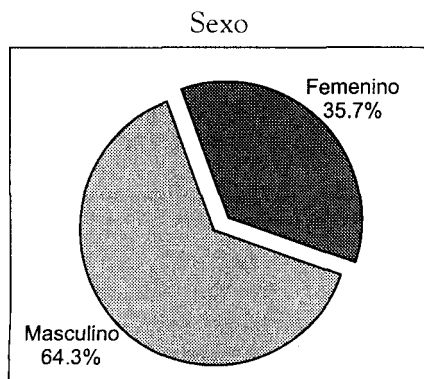
En el curso de la última semana del «I Curso Taller de Matemática 2003» se aplicó la encuesta al total de asistentes regulares a dicho evento. Ello arrojó una muestra final de 42 docentes encuestados.

#### 4.4. Resultados de la aproximación diagnóstica

La encuesta se aplicó a 42 profesores de la especialidad de Educación Secundaria Matemática. Luego de recabar y analizar las respuestas dadas por cada uno de ellos, se ha creído conveniente presentar los resultados obtenidos de la manera que se expone a continuación.

##### 4.4.1. Perfil del docente

Del total de encuestados, 27 son hombres –64,3% de la muestra– y 15 son mujeres –35,7% de la muestra–.

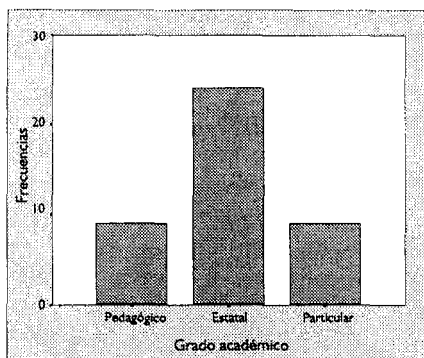


En la siguiente tabla se ve que el promedio de edad es de 35,8 años. La edad mínima es de 23 y la máxima de 52.

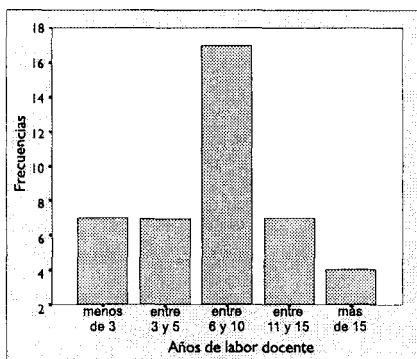
Edad

Edad	Frecuencia	%	% Acum.
23	1	2.4	2.4
25	1	2.4	4.8
26	1	2.4	7.1
28	2	4.8	11.9
30	3	7.1	19.0
31	3	7.1	26.2
32	3	7.1	33.3
33	1	2.4	35.7
34	2	4.8	40.5
35	2	4.8	45.2
36	4	9.5	54.8
37	3	7.1	61.9
38	3	7.1	69.0
39	1	2.4	71.4
40	4	9.5	81.0
41	1	2.4	83.8
42	3	7.1	90.5
44	1	2.4	92.9
45	1	2.4	95.2
47	1	2.4	97.6
52	1	2.4	100.0
Total	42	100.0	

Por otro lado, del total de encuestados, 9 docentes (21,4%) son egresados de institutos pedagógicos, 24 (57,1%) lo son de universidades estatales y 9 (21,4%) de universidades particulares.



Con relación a experiencia docente de los encuestados, 7 (16,7%) tienen menos de 3 años laborando, 7 (16,7%) laboran entre 3 y 5 años, 17 (40,5%) entre 6 y 10 años, 7 (16,7%) entre 11 y 15 años y 4 (9,5%) tienen más de 15 años de labor. Como se aprecia, el mayor porcentaje se ubica en el rang de 6 a 10 años.



#### 4.4.2. Uso de las tecnologías de la información y la comunicación en el aula

##### Diapositivas

34 docentes (81%) nunca han utilizado este recurso; uno (2,4%) casi nunca lo ha hecho y 7 (16,7%) lo han utilizado en alguna oportunidad.

##### Diapositivas

	Frecuenc.	%	% acum.
Nunca	34	81.0	81.0
Casi nunca	1	2.4	83.3
En algunas oportunidades	7	16.7	100.0
Total	42	100.0	

##### Transparencias

34 docentes (81%) nunca han utilizado este recurso; 2 (4,8%) casi nunca lo han hecho y 6 (14,3%) lo han utilizado en alguna oportunidad.

##### Transparencias

	Frecuenc.	%	% acum.
Nunca	34	81.0	81.0
Casi nunca	2	4.8	85.7
En algunas oportunidades	6	14.3	100.0
Total	42	100.0	

### Software educativo

36 docentes (85,7%) nunca han utilizado este recurso; 5 (4,8%) casi nunca lo han hecho y solo uno (2,4%) lo ha utilizado en alguna oportunidad.

#### Software educativo

	Frecuenc.	%	% acum.
Nunca	36	85.7	85.7
Casi nunca	5	11.9	97.6
En algunas oportunidades	1	2.4	100.0
Total	42	100.0	

### Internet

37 docentes (88,1%) nunca han utilizado este recurso; uno (2,4%) casi nunca lo ha hecho y solo 4 (9,5%) lo han utilizado en alguna oportunidad.

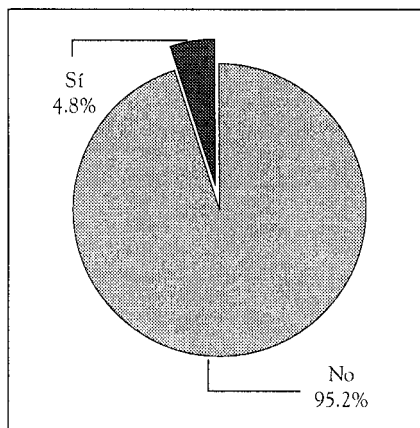
#### Internet

	Frecuenc.	%	% acum.
Nunca	37	88.1	88.1
Casi nunca	1	2.4	90.5
En algunas oportunidades	4	9.5	100.0
Total	42	100.0	

#### 4.4.3. Uso de software educativo

En el gráfico circular se puede observar que el 95,2% (40 docentes) del total de encuestados no utiliza

ningún software educativo en el aula y el 4,8% (2 docentes) del total sí lo utiliza; es decir, menos de la vigésima parte de la muestra.



En los docentes que sí usan un determinado software, se tiene la siguiente distribución del número de usuarios por tipo de software:

#### Uso de software

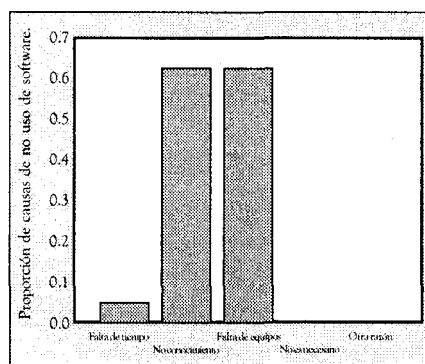
	Nº de usuarios
Power Point	2
Excel	2
Paint	1

#### 4.4.4. Razones por las que no se utiliza software educativo

De los 40 docentes (95,2%) que no usan software, 25 (62,5%) no lo hacen por desconocimiento del mismo, 25 (62,5%) por falta de equipos y 2 (5%) por falta de tiempo.

po. No se ha identificado docente alguno que considere innecesario o argumente otra razón para el no uso de *software*.

### Uso de software educativo



## 4.5. Tablas de contingencia

Con el fin de indagar las variables que expliquen el uso o no uso de *software* educativo en el aula, se ha creído conveniente analizar las siguientes tablas de contingencia.

### 4.5.1. Laboratorio de cómputo de profesores versus uso de *software*

En el recuadro se observa que de los 40 docentes que no hacen uso de *software* en el aula, 32 (80%) no cuentan con laboratorio de cómputo para profesores, mientras que 8 (20%) sí lo tienen.

Laboratorio de Cómputo de Profesores \*  
Uso de software

			Uso de software		Total	
			No	Si		
Lab. Com.	No	Nº casos % x col.	32 80.0	1 50.0	33 78.6	
Prof.	Sí	Nº casos % x col.	8 20.0	1 50.0	9 21.4	
Total			Nº casos % x col.	40 100.0	2 100.0	42 100.0

### 4.5.2. Laboratorio de cómputo para alumnos versus uso de *software*

En el recuadro se observa que de los 40 docentes que no hace uso de *software* en el aula, 20 (50%) no cuentan con laboratorio de cómputo para alumnos; sin embargo, los otros 20 (50%) sí cuentan con él.

Laboratorio de Cómputo para alumnos \*  
Uso de software

			Uso de software		Total	
			No	Si		
Lab. Com.	No	Nº casos % x col.	20 50.0		20 47.6	
Alu.	Sí	Nº casos % x col.	20 50.0	2 100.0	22 52.4	
Total			Nº casos % x col.	40 100.0	2 100.0	42 100.0

### 4.5.3. Conexión internet versus uso de *software*

En el recuadro se observa que, de los 40 docentes que no hacen uso de *software* en el aula, 39 (97,5%) no cuentan con conexión a Inter-

net; solamente uno (2,5%) cuenta con ella.

Conexión Internet \* Uso de software

			Uso de software		Total
			No	Si	
Con. Inter.	No	Nº casos	39	2	41
		% x col.	97.5	100.0	97.6
	Si	Nº casos	1		1
		% x col.	2.5		2.4
Total		Nº casos	40	2	42
		% x col.	100.0	100.0	100.0

#### 4.5.4. Capacitación institucional versus uso de software y versus capacitación personal

A continuación se presenta el cruce de las variables «capacitación institucional», «uso de software» y «capacitación personal».

Capacitación institucional \*  
Uso de software \* Capacitación personal

Capacitación personal				Uso software		Total
				No	Si	
No Inst.	Cap.	No	Nº casos	15		15
			% x col.	100.0		100.0
	Total		Nº casos	15		15
			% x col.	100.0		100.0
Sí Inst.	Cap.	No	Nº casos	20	2	22
			% x col.	80.0	100.0	81.5
	Si	Nº casos	5		5	
		% x col.	20.0		18.5	
Total		Nº casos	25	2	27	
		% x col.	100.0	100.0	100.0	

Se observa, entre otras cosas, que 20 docentes han tenido capacitación personal, mas no institucional y no hacen uso de software.

Pareciera, también, que el uso de software se viera influido por la capacitación personal del docente. Asimismo, se puede apreciar que no se ha encontrado docentes que hagan uso de software en el aula y que no tengan alguna capacitación.

#### 4.5.5. Capacitación institucional versus conocimiento de software y versus capacitación personal

A continuación se presenta el cruce de las variables «capacitación institucional», «conocimiento de software» y «capacitación personal».

Capacitación institucional \* Conocimiento de software \* Capacitación personal

Capacitación personal				Con. software		Total
				Sí	No	
No Cap. Inst.	Cap.	No	Nº casos	2	13	15
			% x col.	100.0	100.0	100.0
	Total		Nº casos	2	13	15
			% x col.	100.0	100.0	100.0
Sí Cap. Inst.	Cap.	No	Nº casos	9	11	20
			% x col.	69.2	91.7	80.0
	Si	Nº casos	4	1	5	
		% x col.	30.8	8.3	20.0	
Total		Nº casos	13	12	25	
		% x col.	100.0	100.0	100.0	

Del total de encuestados que no hacen uso de software (40), 25 manifiestan no conocer software alguno. Como se aprecia, se ha identificado 2 docentes que afirman tener conocimiento de software y no tener capacitación alguna.



En relación con los que manifestaron no tener conocimiento de *software*, el 52% dijo no haber recibido capacitación personal ni institucional.

Asimismo, se observó que 11 docentes afirman no tener conocimiento de *software*, no haber recibido capacitación institucional y, sin embargo, sí haber recibido capacitación personal. También, un docente afirma no tener conocimiento de *software*, a pesar de haber tenido capacitación personal e institucional.

En relación con los que sí manifestaron que conocían algún *software*, el 60% dijo haber recibido capacitación personal, mas no institucional.

## 5. APLICACIONES DEL WINPLOT EN LA RESOLUCIÓN DE ECUACIONES POLINOMIALES

En la presente sección se presentará la resolución de ecuaciones polinomiales en el conjunto de los números reales ( $\mathfrak{R}$ ), teniendo en cuenta que todo planteamiento de solución de una ecuación en  $\mathfrak{R}$  necesita de una técnica –arreglo algebraico, cálculo numérico o un artificio en particular–. Asimismo, se presentará un planteamiento de solución «geométrico intuitivo» por medio del Winplot.

### 5.1. Resolución de ecuaciones polinomiales en $\mathfrak{R}$

Si nos proponen resolver la ecuación  $2x^3 + x - 1 = 0$ , nos están pidiendo hallar los números reales (raíces de la ecuación) que satisfagan tal igualdad.

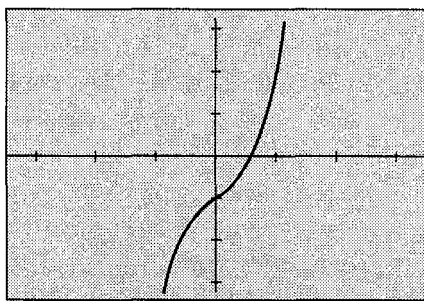
A partir de la ecuación dada, se puede definir la función

$$f(x) = 2x^3 + x - 1;$$

de donde, resolver la ecuación

$2x^3 + x - 1 = 0$  es equivalente a resolver  $f(x) = 0$ .

A partir de la gráfica de la función  $f$ , es fácil ver que existe una raíz positiva  $x = a$ ,  $0 < a < 1$ .



También, podemos afirmar que:

Si  $x < a$ , entonces  $f(x) < 0$ .

Si  $x > a$ , entonces  $f(x) > 0$ .

Formalmente:

1. ¿Cómo nos aseguramos que existe tal número real  $a$  positivo?
2. ¿Cómo hallamos tal número real  $a$ ?

Para responder la pregunta 1, debemos usar el teorema del cero:

Sea  $f$  una función continua en el intervalo cerrado  $[c; d]$ . Si  $f(c)$  y  $f(d)$  tienen signos opuestos, entonces existe un número real  $a$  perteneciente al intervalo abierto  $]c; d[$  tal que  $f(a) = 0$ .

Obsérvese que la gráfica de la función  $f$  es continua, en particular, en el intervalo cerrado  $[0; 1]$ . También, se puede verificar que  $f(0) < 0$  y  $f(1) > 0$ . Entonces, por el teorema del cero, existe un número real  $a$  perteneciente al intervalo abierto  $]0; 1[$  tal que  $f(a) = 0$ .

En relación con la pregunta 2, para hallar el valor del número real  $a$  podemos usar el método de Newton de aproximaciones sucesivas, sin olvidar que existen algunas condiciones iniciales para su aplicación—no siempre genera aproximaciones que convergen hacia la raíz que se desea encontrar, una dificultad es que el valor inicial  $x_0$  no esté suficientemente cerca de la raíz a encontrar, para iniciar el proceso de convergencia; otra dificultad surge cuando  $f'(x)$  es cero en la raíz o cerca de la raíz, dado que  $f'(x_n)$  se encuentra en el denominador del algoritmo—.

La fórmula de recurrencia es la siguiente:

$$x_{n+1} = x_n - \frac{f(x_n)}{f'(x_n)}$$

A partir de la gráfica de la función  $f$ , podemos tomar como valor inicial el número 1 ( $x_0 = 1$ ), de donde:

$$x_1 = x_0 - \frac{f(x_0)}{f'(x_0)} = 0,7142857$$

$$x_2 = x_1 - \frac{f(x_1)}{f'(x_1)} = 0,6051687$$

$$x_3 = x_2 - \frac{f(x_2)}{f'(x_2)} = 0,5900221$$

$$x_4 = x_3 - \frac{f(x_3)}{f'(x_3)} = 0,5897546$$

Dado que  $f(x) = 2x^3 + x - 1$ , entonces  $f(x_4) = 2(x_4)^3 + (x_4) - 1 = 0,0000696$  es una buena aproximación como raíz.

Con el Winplot, método geométrico intuitivo, se puede hallar el valor del número real  $a$ , a partir de la siguiente secuencia:

1. Del menú principal, seleccionamos la ventana *Equa*, luego la opción  $y = f(x)$  y aparece en pantalla el recuadro  $y = f(x)$ . En este recuadro escribimos las reglas de correspondencia de las funciones  $f_1(x) = 2x^3 + x - 1$  y  $f_2(x) = 0$ .
2. Una vez graficadas las funciones, seleccionamos la ventana *Two*, luego la opción *Meeting* y aparece, en pantalla, el recua-

dro *intersections* con los valores  $x = 0,58975$  e  $y = 0$ .

- Si se desea una aproximación del valor de la abscisa  $x$ , con 14 decimales, seleccionamos la ventana *Equa*, luego la opción *Inventory* –Ctrl + I– y aparece en pantalla el recuadro *inventory*. En este recuadro, encontramos las reglas de correspondencia de las funciones  $f_1$  y  $f_2$  y el par ordenado  $(0,58975451230146; 0)$ , de donde  $x \approx 0,58975451230146$ .

Como se puede ver, por medio del Winplot, resolver la ecuación  $2x^3 + x - 1 = 0$  implica identificar los puntos de intersección de las gráficas de las funciones  $f_1(x) = 2x^3 + x - 1$  y  $f_2(x) = 0$ ; de donde  $f_1(x) = f_2(x)$  cuando  $x \approx 0,58975$  –se debe tomar en cuenta que el valor de  $x$  es una aproximación–.

A continuación se presentará, a manera de ejemplo, la resolución de tres ecuaciones polinomiales en el conjunto de los números reales ( $\mathfrak{R}$ ).

### 5.1.1. Ecuación de primer grado

Resolver la ecuación  $2x - 3 = 3 - 2x$

Solución algebraica

$$2x - 3 = 3 - 2x$$

$$2x + 2x = 3 + 3$$

$$4x = 6$$

$$x = 3/2$$

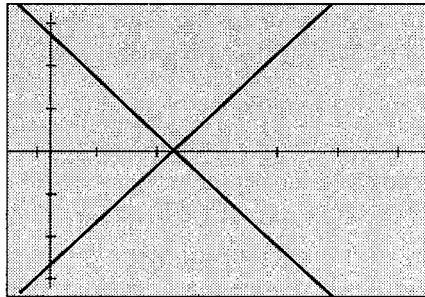
$$\text{C.S.} = \{3/2\}$$

### Winplot

Graficamos las funciones

$$f_1(x) = 2x - 3 \text{ y } f_2(x) = 3 - 2x$$

Luego, identificamos el punto de intersección entre dichas gráficas y obtenemos el par ordenado  $(1,5; 0)$ , de donde  $f_1(x) = f_2(x)$  cuando  $x = 1,5$ .



### 5.1.2. Ecuación de segundo grado

Resolver la ecuación  $x^2 + 2x - 2 = 0$

Solución algebraica

$$x^2 + 2x - 2 = 0$$

$$x^2 + 2x + 1 - 1 - 2 = 0$$

$$(x + 1)^2 - 3 = 0$$

$$(x + 1 + \sqrt{3})(x + 1 - \sqrt{3}) = 0$$

$$x = -1 - \sqrt{3} \text{ v } x = \sqrt{3} - 1$$

$$\text{C.S.} = \{-1 - \sqrt{3}; \sqrt{3} - 1\}$$

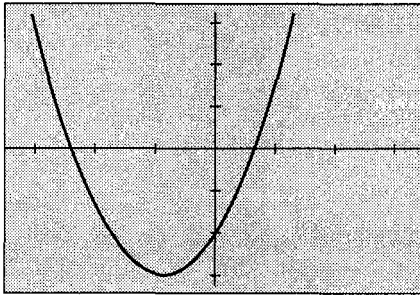
### Winplot

Graficamos las funciones

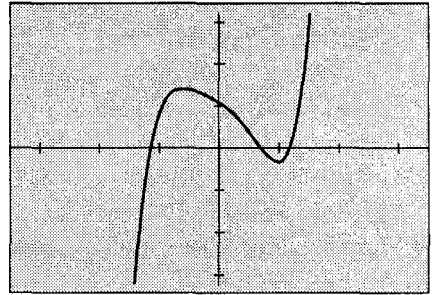
$$f_1(x) = x^2 + 2x - 2 \text{ y } f_2(x) = 0.$$

Luego, identificamos los puntos de intersección de dichas gráficas y obtenemos los pares ordenados  $(-2,73205; 0)$ ,  $(0,73205; 0)$ ,

de donde  $f_1(x) = f_2(x)$  cuando  
 $x \approx -2,73205 \vee x \approx 0,73205$ .



donde  $f_1(x) = f_2(x)$  cuando  
 $x = -1 \vee x \approx 0,58975 \vee x = 1$ .



### 5.1.3. Ecuación de quinto grado

Resolver la ecuación

$$2x^5 - x^3 - x^2 - x + 1 = 0$$

Solución algebraica

$$2x^5 - x^3 - x^2 - x + 1 = 0$$

$$(x - 1)(x + 1)(2x^3 + x - 1) = 0$$

Sea  $L(x) = 2x^3 + x - 1$

Se verifica que:

Si  $x \notin 0$ ,  $L(x) < 0$ .

$\exists a \in \mathbb{R}$ ,  $0 < a < 1$ ,

tal que  $L(a) = 0$ .

Si  $x \geq 1$ ,  $L(x) > 0$ .

$x = -1 \vee x = a \vee x = 1$

C.S. =  $\{-1; a; 1\}$

### Winplot

Graficamos las funciones

$$f_1(x) = 2x^5 - x^3 - x^2 - x + 1 \vee f_2(x) = 0.$$

Luego, identificamos los puntos de intersección de dichas gráficas y obtenemos los pares ordenados  $(-1; 0)$ ,  $(0,58975; 0)$  y  $(1; 0)$ , de

## 6. RECOMENDACIONES

6.1. Los profesores de educación secundaria de matemática deben encontrar los canales viables y productivos de integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

6.2. Son los profesores de educación secundaria de matemática quienes deben evaluar y valorar las TIC's de acuerdo con las posibilidades que estas ofrecen como recurso didáctico en su labor docente. Se debe tomar en consideración que nuestras motivaciones, expectativas, temores, dudas, conocimientos y actitudes favorecen o limitan la incorporación de cualquier tecnología.

6.3. La incorporación de las TIC's como recurso didáctico no se limita a su dominio técnico por

parte del profesor, ya que la habilidad operativa en el uso de este recurso no garantiza que se aplique con naturalidad, seguridad y espíritu crítico.

- 6.4. Debemos tener presente que la incorporación de las TIC's en el ámbito educativo como recurso didáctico necesita un sustento pedagógico y matemático para su uso crítico, dado que por sí mismas no resuelven los desafíos y las dificultades que afectan la enseñanza y el aprendizaje de matemática. Todos los recursos didácticos, convencionales y nuevos, pueden y deben coexistir en el aula.
- 6.5. Sabemos que los procesos psicológicos de experimentación, intuición, imaginación, ensayo y error, resolución de problemas, abstracción, así como el de creatividad, son inherentes a la actividad matemática y deben estar presentes en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el aula. Las TIC's nos ayudarían a evitar las prácticas rutinarias y mecanicistas.
- 6.6. Los profesores de matemática de educación secundaria deben aprovechar los recursos didácti-

cos que existen en Internet así como explorar e identificar programas educativos que se puedan integrar en el currículo escolar. En un primer momento se puede optar cualitativamente por el uso de un *software*, o a lo más dos y, posteriormente, explorar y analizar otros programas.

## BIBLIOGRAFÍA

BURBULES, N. y T. CALLISTER. *Riesgos y promesas de las nuevas tecnologías de la información*. Barcelona: Juan García, 2001.

DE MOURA CASTRO, C. *La educación en la era de la informática*. Nueva York: BID, 1998.

FEHR, Howard, *Enseñanza de la matemática*. Buenos Aires: Librería del Colegio, 1970.

MENA, B. *Didáctica y nuevas tecnologías en educación*. Madrid: Escuela Española, 1996.

MENDOZA, M. *El Winplot como recurso didáctico en la enseñanza de la matemática*. Inédito, 2003.

SANTALÓ, L.A. *Matemática 2*. Buenos Aires: Kapelusz, 1993.