
Propuesta didáctica para estudiar sistemas de ecuaciones lineales. Sondeo de opiniones

Fecha de recepción: Septiembre, 1999

A. Engler, S. Vrancken, D. Müller, M. Hecklein y L. Cadoche

Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Litoral
Argentina

aengler@unl.edu.ar; svrancka@fca.unl.edu.ar; dmuler@fca.unl.edu.ar;
mhecklein@fca.unl.edu.ar; lcadoche@fca.unl.edu.ar

Resumen: *El objetivo de este trabajo es presentar una propuesta didáctica para el estudio de Sistemas de Ecuaciones Lineales que estimule la participación y compromiso de docentes y alumnos tendientes a favorecer el desarrollo de actitudes positivas hacia la matemática. La misma incorpora la resolución de problemas, una guía de estudio y el recurso informático como motivadores del aprendizaje.*

A medida que el alumno necesita resolver problemas relaciona la teoría y su aplicación práctica, se familiariza con métodos, procedimientos, formas y reglas prácticas de trabajo. Mediante una guía de estudio y la ayuda de un software elaborado especialmente el alumno aprende de manera autónoma.

Incluimos también los resultados de una encuesta realizada para conocer la opinión sobre el desarrollo y resultados de esta experiencia.

Abstract: *The object of this work is to present a didactic proposal for the study of Linear Equations Systems that stimulate the participation and agreement of teachers and students tendencies to support the development of positive attitudes towards Mathematics. The same incorporates the solving of problems, a study guide and the optional information as motivators of learning.*

At the same time as the students solve problems, they relate the theory and its practise application, they get familiar with methods, procedures, the forms and the practise rules of work.

Through a study guide and the help of a specially designed software system the students learn by themselves.

We also include the results of a survey performed to observe the opinions about the development and results of this work.

“Las universidades del mundo no pueden olvidar que mientras ellas tienen disciplinas en su interior, la sociedad fuera de ellas lo que tiene son problemas, y la función de la universidad es poner esas multidisciplinas al servicio de la solución de los problemas del mundo”. (Alfonso Borrero, sacerdote jesuita colombiano).

Actualmente se requiere de una buena formación matemática para poder hacer frente al desafío que significa resolver problemas de la vida diaria. Es preciso resignificar la importancia de la Matemática para la vida profesional destacando que el objetivo fundamental de la Universidad es formar profesionales creativos, con inquietudes de superación, capaces de asumir un rol activo en el desarrollo socioeconómico del país, de adecuarse día a día a un mundo cada vez más tecnificado como así también de generar e impulsar las innovaciones tecnológicas. La formación de un profesional debe contemplar la posibilidad de que domine las bases del conocimiento y el desarrollo de habilidades que le permitan renovar, corregir e incrementar su bagaje científico y profesional.

“El arte total de la enseñanza es sólo el de despertar la curiosidad natural de las mentes jóvenes, en el propósito de satisfacerlas después”. (Anatole France)

El proceso de transformación que vivimos en nuestro sistema educativo nos obliga a renovar la enseñanza teniendo en cuenta diferentes caminos didácticos y pedagógicos así como la incorporación de nuevas tecnologías puestas al servicio de la educación. Los cambios a lo largo de los años requirieron transformaciones en las formas de enseñar. Coincidimos con Miguel de Guzmán en afirmar que la filosofía de la matemática actual no se preocupa tan profundamente de los problemas de la fundamentación de la misma sino que enfoca su atención en su carácter cuasiempírico y de aspectos relativos a la historicidad e inmersión en la cultura de la sociedad en la que se origina. Las dificultades en su enseñanza y aprendizaje en carreras universitarias -no matemáticas- son muy conocidas y desde hace mucho tiempo ampliamente discutidas. Se realizan grandes esfuerzos en pos de encontrar nuevos medios, recursos y alternativas de motivación.

¿De qué manera se puede mejorar la formación de los futuros profesionales - Ingenieros Agrónomos - para que ellos en su accionar puedan dar una respuesta eficaz y eficiente a todos los problemas que la sociedad les plantea?

Desde hace varios años en la cátedra Matemática Básica trabajamos para encontrar una metodología conveniente que logre romper la barrera que separa al alumno de la matemática por considerarla árida, aburrida e innecesaria y, por sobre todo, difícil. La preocupación por optimizar el proceso de enseñanza es nuestro denominador común. En la búsqueda de alternativas para mejorar la calidad tratamos de diseñar métodos activos que estimulen la participación y compromiso de docentes y alumnos tendientes a favorecer el desarrollo de actitudes positivas.

¿Qué hicimos?

Diseñamos e implementamos un modelo que incorpora la resolución de problemas, una guía de estudio y el recurso informático como motivadores del aprendizaje. Elaboramos un material adecuado para nuestros alumnos que sirve de apoyo a las clases compartidas con el profesor y sus compañeros y que además le permite estudiar solo.

¿Qué tema eligimos?

Muchos fenómenos naturales y sociales se comportan siguiendo una relación lineal o por lo menos aproximadamente y se tratan como lineales con la finalidad de facilitar su estudio. Muchas veces, las aplicaciones en matemática requieren trabajar simultáneamente con más de una ecuación y con varias variables generándose sistemas. Es necesario estudiar méto-

dos para encontrar soluciones comunes a todas las ecuaciones de un sistema. Para ello resultan muy importantes las técnicas en las que se usan matrices porque se adaptan convenientemente a programas de cómputo y se pueden aplicar con facilidad a sistemas que contengan cualquier número de variables. Esto hace que el tema Sistemas de Ecuaciones Lineales tenga múltiples aplicaciones y de allí la importancia de su aprendizaje.

¿Cómo lo hicimos?

Abordamos el tema mostrando la necesidad de resolver problemas en el área de las ciencias exactas, biológicas, naturales y sociales. A fin de cumplir con esta instancia elaboramos una guía de problemas en la que incluimos una explicación general sobre los pasos a tener en cuenta para la resolución de los mismos. Destacamos la importancia del análisis de las soluciones obtenidas y su factibilidad según el campo disciplinar.

Confeccionamos una guía de estudio que recorrida, resuelta y analizada con la ayuda de un software elaborado especialmente, permite al alumno aprender de manera autónoma los contenidos básicos.

Realizamos actividades sobre este tema durante dos semanas con un total de dieciséis horas distribuidas en bloques de una hora y media o dos horas de duración. Durante todo ese tiempo los alumnos asistieron a diferentes actividades: clases teóricas, clases prácticas y talleres de resolución de problemas que se desarrollaron en el aula convencional o en el Gabinete de Computación. Al gabinete concurren en grupos de cuarenta alumnos y se distribuyeron de a dos por máquina dado que el mismo cuenta con veinte equipos.

A fin de comenzar una evaluación cuantitativa de la metodología propuesta y su influencia en el alcance de los contenidos específicos, invitamos a responder una encuesta para *conocer la opinión* de los alumnos. Con el análisis de los resultados logramos obtener con claridad la opinión que cada uno tuvo del software, del rol del docente guía, del uso del ordenador como un recurso didáctico, de la metodología de trabajo utilizada y de la importancia de la misma en el proceso de aprendizaje.

A continuación transcribimos parte de la guía de problemas, la guía de estudio y la encuesta con algunos de los resultados más significativos. Mostramos además las características principales del software que generamos como apoyo de nuestras actividades.

Con referencia a los problemas de aplicación...

Un problema es una situación que encierra una duda cuya respuesta desconocida se puede hallar. El proceso de resolución de problemas requiere capacidad de transferir experiencias pasadas a situaciones nuevas, para lo cual es necesario: a) analizar la nueva situación, b) determinar relaciones, c) seleccionar, entre los principios y conceptos conocidos, aquellos que sirven para resolverla y d) aplicar convenientemente estos principios. Recuerda que, para resolver un problema, debes tener en cuenta las siguientes etapas:

- ⇒ **COMPRENDER el problema:** establecer incógnitas, datos, saber distinguir lo importante de lo superfluo.
 - ⇒ **CONCEBIR UN PLAN:** que permita, con los recursos disponibles, encontrar la solución.
-

⇒ EJECUTAR el plan.

⇒ EXAMINAR la solución obtenida.

⇒ ELABORAR CONCLUSIONES: la solución que se acepta o rechaza permite llegar a una conclusión, la que resuelve el problema y determina el comienzo de una nueva investigación.

No olvides utilizar todo lo que has estudiado de matrices para que los datos que aparecen en el problema se visualicen con más comodidad. Como siempre, estamos para ayudarte. No dudes en llamarnos. Adelante y a trabajar ...

- 1) María, estudiante de primer año de Ingeniería Agronómica obtuvo 250 puntos en total después de tres exámenes parciales. Además de estar contenta porque logró su objetivo de promocionar la asignatura estaba muy conforme dado que su profesora le manifestó que, si bien la primera calificación excedió a la segunda en dos puntos, la tercera, a pesar de ser el parcial más difícil, superó a la primera en 6 puntos. Si bien no le informaron cuál fue la nota en cada examen parcial, ella está tratando de averiguarlo. ¿Puedes ayudarla?
- 2) Una compañía que trabaja agroquímicos tiene 100 empleados. Algunos empleados ganan \$4 por hora, otros \$5 y el resto \$8. El número de empleados que gana \$8 es la mitad del número de empleados que gana \$5. Si el total pagado en jornales por hora es \$544, encuentra el número de empleados que gana \$4, \$5 y \$8 respectivamente.

Presta atención en el problema enunciado a continuación. ¿Tiene las mismas características que los tratados hasta este momento? Discute con tu compañero y trata de resolverlo. Resultaría muy interesante que escribas alguna conclusión.

En economía se definen *funciones de demanda* que describen, para una determinada mercadería, la relación existente entre la cantidad demandada y alguna otra variable que puede ser precio, gastos, precio de otras mercaderías, tiempo, etc. También quedan definidas las *funciones de oferta* que describen la relación entre la cantidad ofrecida y otra variable que podría ser precio, tiempo, precio de otras mercaderías, etc. Si se supone que existe competencia pura, es decir que ningún producto o consumidor puede influir individualmente sobre, por ejemplo, los precios del mercado, se dice que se alcanzó el equilibrio del mercado cuando la cantidad ofrecida de una mercadería coincide con la cantidad demandada. Si la función dada por la ley $(p + 10)(x + 20) = 400$ representa la cantidad de unidades demandadas (x) en función de su precio (p) y $x - 2p + 7 = 0$ representa la cantidad de mercadería ofrecida (x) según su precio p . Encuentra cuál sería el número de unidades y el precio para lograr el estado de equilibrio.

Con referencia a la guía de estudio....

Si recorres el software que te presentamos serás capaz de encontrar respuesta a todos los interrogantes que aparecen a continuación. Adelante con el trabajo y no olvides que tu docente guía está para ayudarte en lo que necesites. Recuerda que puedes debatir, discutir e intercambiar ideas con tu compañero de trabajo a fin de que esta experiencia resulte más enriquecedora.

1) Completa las afirmaciones siguientes:

a) Teniendo en cuenta el valor de los términos independientes el sistema $\begin{cases} x - 3y = 0 \\ 2x + y = 0 \\ x + 2y = 0 \end{cases}$

es

b) De acuerdo al número de ecuaciones y de incógnitas el sistema $\begin{cases} x + 4y = -1 \\ -\frac{1}{2}x + y = 0 \end{cases}$

es

c) El sistema $\begin{cases} x + y - z = 0 \\ 2x + 3z = 0 \\ x - 2y + z = 5 \end{cases}$ essegún el número de incógnitas y ecuaciones

y de acuerdo a los valores de los términos independientes se llama

2) La terna (1,1,1) solución del sistema $\begin{cases} -2x + y + z = 0 \\ 3y + z = 4 \\ 2x - z = 1 \end{cases}$

3) Los sistemas $\begin{cases} 2x + 4y = 10 \\ x + y = 3 \end{cases}$ y $\begin{cases} x + 2y = 5 \\ 2x + 2y = 6 \end{cases}$ son equivalentes porque

4) La única solución para el sistema $\begin{cases} 2x - y = 4 \\ x + y = 5 \end{cases}$ es..... Por eso el sistema es.....

5) Si $u = \dots\dots\dots$ y $t = \dots\dots\dots$ el sistema $\begin{cases} 3x - 2y + z = t \\ 5x - 8y + 9z = 3 \\ 2x + y + uz = -1 \end{cases}$ tiene más de una solución y

resulta

Teniendo en cuenta lo que has aprendido al recorrer el programa en forma completa, selecciona la respuesta correcta. Consulta el software todas las veces que lo necesites. No dudes en llamar a tu docente guía ante cualquier duda.

1) Un sistema de 3 ecuaciones y 4 incógnitas se resuelve por el método de eliminación de

Gauss y se obtiene la matriz ampliada $\left[\begin{array}{cccc|c} 1 & 2 & 5 & 4 & 1 \\ 0 & 3 & 4 & -1 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 3 & -2 \end{array} \right]$ El sistema dado es:

- a) incompatible b) compatible determinado c) compatible indeterminado

2) Un sistema de 3 ecuaciones y 3 incógnitas se resuelve por el método de eliminación de

Gauss y se obtiene un sistema equivalente tal que la matriz ampliada es: $\left[\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 2 & 1 & -4 \\ 0 & 0 & -1 & 2 \end{array} \right]$.

La solución del sistema dado es la terna:

- a) (1, 2, -1) b) (1, 1, -2) c) (3, -4, 2) d) (-1, 1, -1)

Con referencia al software...

Elaboramos un programa educativo en Visual Basic bajo entorno Windows de apoyo para la enseñanza del tema "SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES" al que llamamos SISTEC. Fue elaborado considerando que debía permitir al alumno:

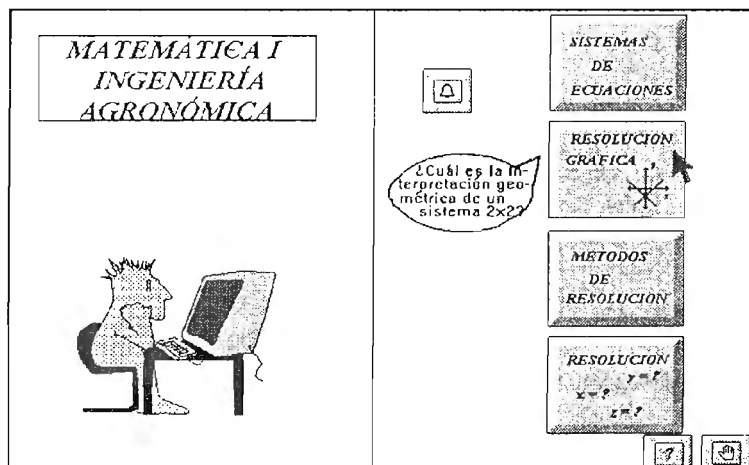
- adquirir una relativa autonomía en el aprendizaje;
- aprender interactivamente, responder preguntas y que éstas sean evaluadas en forma inmediata;
- tener acceso a una enseñanza individual y poder adquirir el conocimiento necesario en el momento adecuado;
- trabajar a su propio ritmo, volver a revisar los temas todas las veces que quiera poder corregir sus errores y rehacer los ejercicios cuando sea necesario.

Presenta información, comentarios, definiciones, ejemplos, acompañado siempre de gráficos, color y movimientos. Incluye situaciones cuya resolución permite al alumno verificar el aprendizaje alcanzado. Si las respuestas son correctas podrá avanzar, si no lo son deberá revisar la información. Ante una situación nueva que genera conflictos internos en el alumno, el ordenador actúa como disparador permitiendo activar ideas y conocimientos que ya posee para organizar, procesar y significar toda la información que recibe. A medida que necesita resolver problemas interrelaciona la teoría y su aplicación práctica, se familiariza con métodos, procedimientos, formas y reglas prácticas de trabajo, aplica lo adquirido en sus propios desarrollos, trata de lograr su propio modelo de aprender, valora y trata de distinguir lo fundamental de lo accesorio.

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

Luego de la presentación el alumno ingresa a una pantalla inicial que presenta cuatro opciones:

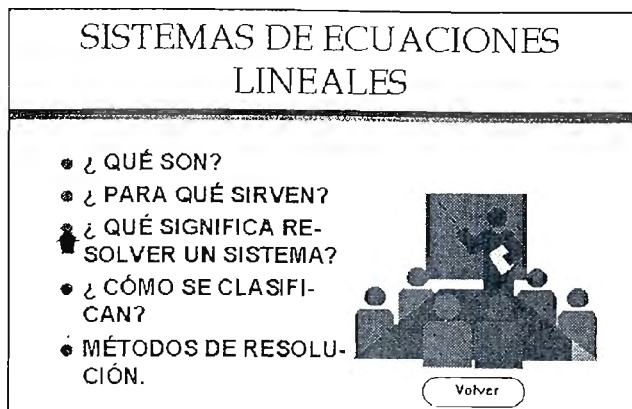
- 1- Sistemas de Ecuaciones
- 2- Resolución Gráfica e Interpretación Geométrica
- 3- Métodos de Resolución
- 4- Resolución de Sistemas



Las cuatro opciones son independientes pudiendo el alumno ingresar a cualquiera de ellas, una o más veces, de acuerdo a lo que le interese en ese momento estudiar.

1- Sistemas de ecuaciones (Aspectos Teóricos)

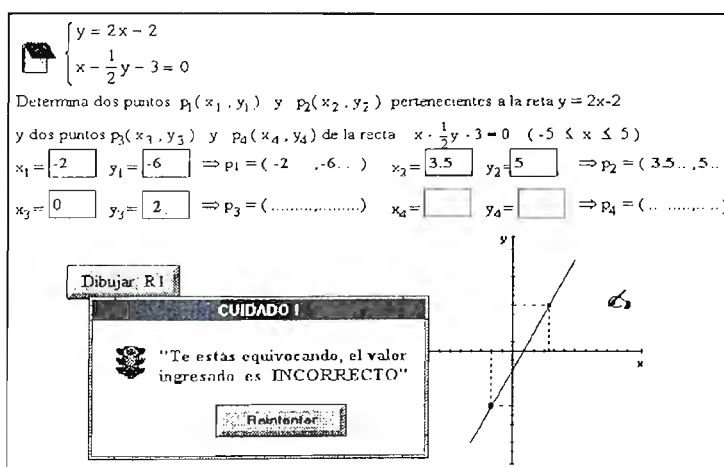
En esta pantalla se presentan distintos interrogantes. Al elegir cualquiera de ellos se accede a una o más páginas con contenidos teóricos. Muchas de ellas están acompañadas con ejemplos y ejercicios.



2- Resolución gráfica e interpretación geométrica:

Esta sección se refiere a la resolución gráfica de sistemas de ecuaciones con dos incógnitas. Se incluyen tres aspectos:

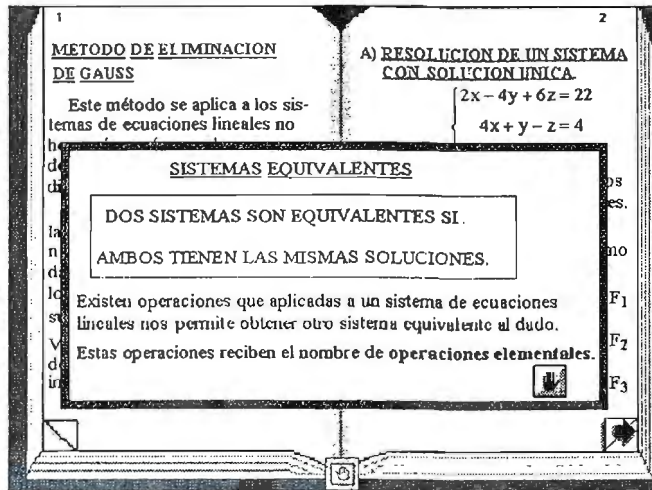
- a) *Teoría:* se presentan definiciones, propiedades y gráficos.
- b) *Práctica:* orientado por el programa se deben resolver ejercicios prácticos. A medida que se trabaja aparecen mensajes de error y/o de aceptación que permiten seguir o no avanzando.
- c) *Aplicaciones:* Ejercicios y problemas para que el alumno realice solo y luego compruebe los resultados.



3- Métodos de resolución:

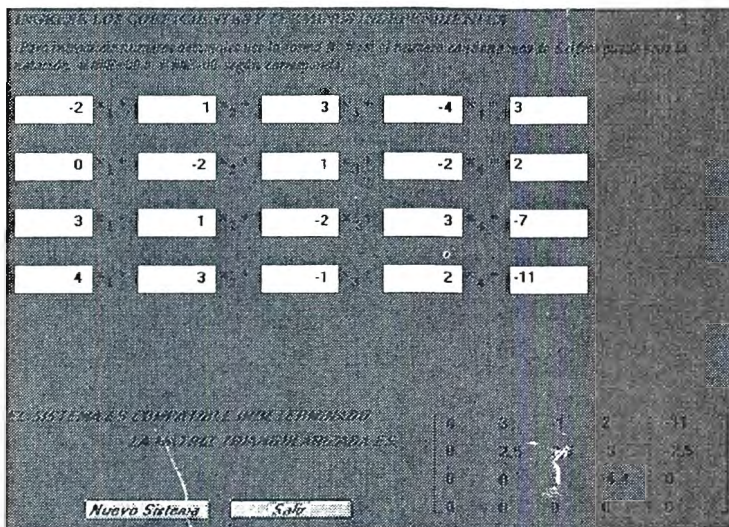
El programa explica y enseña el método de Gauss. Es muy simple de comprender y fácil de aplicar. Aunque en el software se consideran sistemas sencillos, de pocas variables, el método es el mismo aunque el número de variables y de ecuaciones sea grande. Se describe

y ejemplifica el método, primero con ejemplos numéricos y sistemas pequeños y luego en general para cualquiera. Después el alumno tiene la posibilidad de resolver otros asistido paso a paso por el programa. Si lo hace bien puede avanzar, en caso contrario tendrá que detenerse y volver a páginas anteriores a revisar el ejemplo explicado.



4-Resolución de Sistemas:

En ciertas aplicaciones de la economía, sociología, psicología, industria y biología aparecen sistemas de ecuaciones lineales. Es importante disponer de un método de resolución. Esta parte del programa ofrece un utilitario que permite resolver sistemas de hasta cinco ecuaciones y cinco incógnitas. Fue programado siguiendo el método de resolución de Gauss. El alumno ingresa los datos y, luego de ser confirmados, la máquina los procesa y da los resultados en forma inmediata. Su uso permite descubrir cómo una tarea que realizaba en forma manual a través de cálculos largos y complejos se podrá resolver fácilmente.



Con referencia a la encuesta...

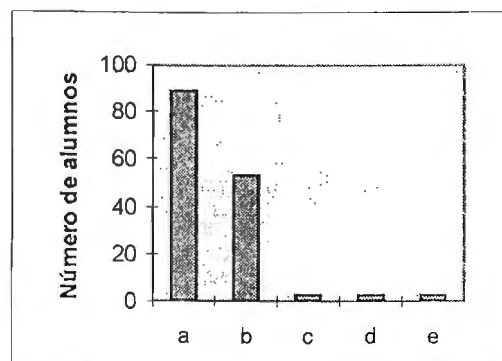
Se encuestaron ciento cuarenta y cinco alumnos y la respuesta a la misma fue anónima. Participaron todos los que asistieron regularmente a las clases de Matemática en las que se trabajó el tema incluyendo la participación en las clases de teoría, trabajos prácticos,

talleres de resolución de problemas y tareas realizadas en el Gabinete de Computación. Como uno de los objetivos era verificar algunas conclusiones que los docentes habíamos considerado como válidas para continuar utilizando la metodología propuesta las preguntas se redactaron para tal fin.

En el análisis de los resultados se emplearon métodos de estadística descriptiva y se confeccionaron gráficos que permiten visualizar rápidamente importantes conclusiones. Algunos de los más significativos fueron:

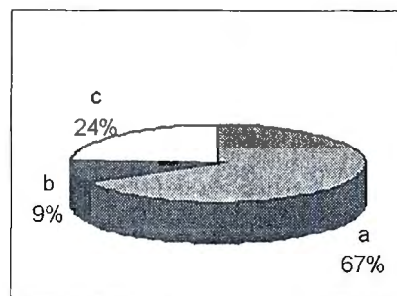
➤ El participar de estos encuentros te resultó:

- a - MOTIVANTE
- b -ACEPTABLE
- c - ABURRIDO
- d - INDIFERENTE
- e - Otro



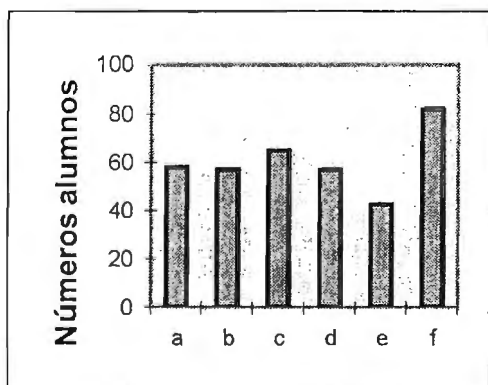
➤ El uso del software SISTEC tiene como objetivo general adquirir y reforzar los conocimientos sobre el tema “sistemas de ecuaciones lineales”. ¿Crees que este objetivo se ha cumplido con respecto a los conocimientos teóricos?

- a - SI
- b - NO
- c - NO SE



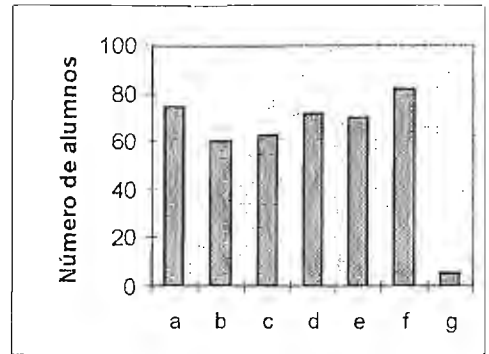
➤ A continuación enunciamos los objetivos específicos más importantes. Señala aquellos que crees que has alcanzado después de estos encuentros. (puedes marcar más de una opción):

- a) Definir sistemas de ecuaciones lineales
- b) Definir solución de un sistema de ecuaciones lineales
- c) Clasificar sistemas de ecuaciones lineales
- d) Interpretar y resolver geoméricamente sistemas de ecuaciones lineales
- e) Desarrollar un método de resolución analítica de sistemas
- f) Transferir los conocimientos adquiridos en la resolución de ejercicios y problemas



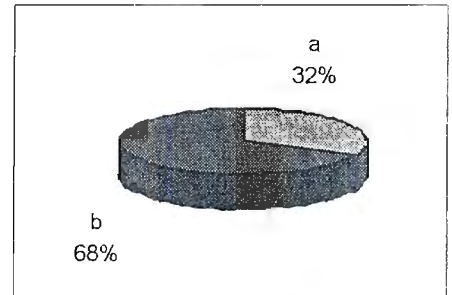
➤ El estudio del tema por medio de un programa computacional tiene algunas ventajas. Por favor, señala aquellas que a tu criterio son las más importantes (puedes marcar más de una opción):

- a - El ritmo de trabajo está marcado por el alumno.
- b - Permiten profundizar temas.
- c - Permiten autoevaluar los conocimientos de un tema.
- d - Permiten volver a trabajar un tema en el momento que se quiera.
- e - Permiten visualizar definiciones y enunciados todas las veces que se quiera.
- f - Permiten lograr que conceptos difíciles sean asimilados con más facilidad.
- g - Otros



➤ Esta metodología puede aplicarse en forma individual o en grupos. ¿Cuál crees que es más conveniente?

- a - Individual. **Por qué?**
- b - Grupal. **Por qué?**



Los alumnos que prefieren el trabajo individual lo justifican así: *(transcribimos sólo algunas apreciaciones)*

- * Uno se esfuerza más por no quedar atrás.
- * Se va a su propio ritmo
- * Estás obligado a tratar de entenderlo y vas haciendo las cosas solo.
- * Cada alumno aplica sus conocimientos.
- * Uno se adapta a sus conocimientos o forma de trabajo.
- * Para aprender mejor.
- * No todos saben y en grupos, no trabajan por vergüenza.
- * Se puede hacer una autoevaluación.
- * Hay más contacto alumno-computadora.
- * Trabaja uno solo.
- * No se necesita ningún líder ni guía.

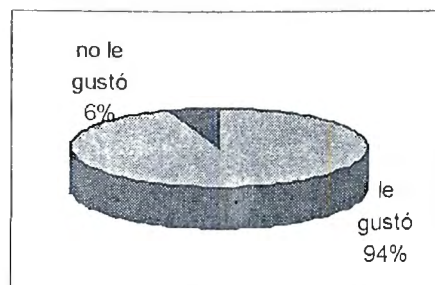
Los alumnos que prefieren el trabajo grupal opinan lo siguiente: *(transcribimos sólo algunas apreciaciones)*

- * Porque se puede consultar, debatir.
- * Porque se tiene ayuda del otro.
- * Discutir los resultados.
- * Intercambiar los conocimientos u opiniones.
- * Se trabaja con más facilidad.
- * Para hacerlo más llevadero.
- * Se avanza más rápidamente.
- * Mejor integración, conclusiones grupales.
- * Las tareas se reparten mejor.
- * Siempre es mejor el trabajo en grupo.
- * Todos aportamos ideas.
- * Se obtiene una amplia visión de los conocimientos
- * Se obtienen muchos puntos de vista.
- * Se intercambian ideas, opiniones.

- * Trabajando sólo se interesa y practica más.
- * Cada alumno profundiza los conocimientos.
- * Una computadora por persona es lo ideal.
- * Permite aplicar conocimientos propios.
- * Se trabaja más tranquilo y cómodo.
- * Cada uno estudia el tema según su inteligencia.
- * Para poder pensar y aprender de tus errores.
- * Trabaja uno solo y aprende mejor.
- * Es mejor.

- * Resulta más activo el trabajo.
- * Nos ayudamos entre nosotros.
- * Porque de a dos es más fácil.
- * Se va más rápido y se profundiza más.
- * Piensa más de una persona y hay más probabilidad de que los problemas sean resuelto.
- * Más fácil y divertido.

➤ ¿Te gustó la experiencia?
 ¿Por qué?



Algunas consideraciones vertidas por los alumnos fueron:

- * Es interesante trabajar con computadoras, para poder observar detenidamente las veces que uno quiera.
- * Es más interesante que con hoja y lápiz.
- * Es una forma muy avanzada de aprender, que va a ser la del futuro y que nos va a servir mucho.
- * Sí, he aprendido mucho.
- * Sí, afiancé mis conocimientos sobre el tema.
- * La clase se hace más llevadera y aprendemos a desenvolvernos frente a una computadora.
- * Me gustaría tener otras oportunidades de trabajar con la computadora, porque si no sabés utilizarla no podés conseguir un trabajo.
- * Es más entretenido, y nos damos cuenta más fácil de los errores que cometemos.
- * Se trabaja más cómodo y mejor.
- * Salimos de la monotonía del trabajo en el aula.
- * Fue muy interesante y muy productivo.

- * Sí, porque nunca pude trabajar en la computadora y me parecía un trabajo distinto de lo común.
- * Ayuda mucho en la resolución de problemas.
- * Es ágil, llevadera y resulta muy real en la aplicación a ciertos problemas.
- * Se hace más llevadera y se puede reforzar más los temas.
- * Sí porque es nuevo y nos lleva hacia el mundo nuevo.
- * Es interesante trabajar con la computadora y auto-corregirse.
- * Es una manera nueva y muy interesante.
- * Es una manera distinta de trabajar sobre lo mismo pero no es tan pesado como hacerlo con lápiz y papel, ya que uno se distrae con los coloridos dibujos.
- * Es más llevadero y menos aburrido que estar en el aula.
- * Una manera más motivante de ver la matemática.

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">* Sí, es una manera diferente e interesante de trabajo, más dinámico.* Sí, porque es distinto.* Sí, porque hice progresos.* Facilita el razonamiento.* Me gustó más.* Sí, porque nunca lo había hecho, algo nuevo.* Aprendí divirtiéndome. | <ul style="list-style-type: none">* Todos aportamos ideas.* Me gustó la forma en que está diseñado.* Es más didáctico que estar en una clase.* Amplié los conocimientos.* Forma de aprendizaje muy práctica y productiva. Los temas se hacen menos tediosos.* Pude profundizar más el tema. Me gustaría tener más seguido esto y en otras materias.* Se hace menos cansadora la hora y se trabaja con más interés. |
|--|--|

Consideraciones finales

La propuesta se puede incorporar directamente, sin tener conocimientos previos de Sistemas de Ecuaciones Lineales. Permite alcanzar con su seguimiento objetivos del dominio cognoscitivo, incentivando operaciones mentales simples (memorización, comprensión, aplicación) cuando el alumno tiene que ser capaz de escoger, seleccionar, calcular, resolver ejercicios simples, luego de leer las instrucciones teóricas; hasta las más complejas (como el análisis y la síntesis) cuando es necesario seguir una línea de razonamiento, resolver problemas, proponer nuevas soluciones poniendo en juego el pensamiento divergente. Constituye un recurso didáctico que se complementa con clases teórico-prácticas, prácticas y talleres de discusión para la resolución de problemas e interpretación de resultados.

La observación del trabajo de los alumnos, los diálogos y debates generados en los diferentes encuentros y los distintos y enriquecedores resultados que surgieron de las encuestas nos permitieron extraer algunas conclusiones:

- el uso del software permitió el afianzamiento de contenidos teóricos y prácticos del tema específico.
- la guía resultó muy interesante e invitó a navegar por todo el software a fin de dar respuesta a cada una de las instancias propuestas
- la necesidad de encontrar solución a los problemas de aplicación a las ciencias naturales, sociales, a la economía, ... hizo que recurrieran al planteo de sistemas de ecuaciones y a la solución mediante el utilitario desarrollado en SISTEC en distintas oportunidades
- para aquellos alumnos con dificultades de aprendizaje resultó útil poder repetir la consulta del software o la ejercitación tantas veces como fuera necesario.
- el trabajo en equipo favoreció la participación solidaria de cada alumno al ayudarse mutuamente en la interpretación y resolución de las actividades.

Por las opiniones recogidas consideramos que a través de un material serio pero atrayente y entretenido logramos desarrollar la capacidad creadora, en un ambiente de

espontaneidad, intuición y autodeterminación que favorece el cambio de actitudes hacia la matemática y un aprendizaje significativo. Recomendamos además tener este material como apoyo de otras actividades.

Bibliografía básica

- Aebli, H., 1991. *Factores de la enseñanza que favorecen el aprendizaje autónomo*. Narcea. Madrid
- Aparici, R., 1995. *La Revolución de los Medios Audiovisuales*. Ediciones de la Torre. Madrid
- Artigue, M., Dovady, R., Moreno, L. y Gómez, P., 1995. *Ingeniería didáctica en educación matemática*. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H., 1987. *Psicología educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas. México
- Ayra, J. y Lerner, R., 1992. *Matemáticas aplicadas a la Administración, Economía, Ciencias Biológicas y Sociales*. Prentice Hall Hispanoamericana. México
- Budnick, F., 1997. *Matemáticas Aplicadas para Administración, Economía y Ciencias Sociales*. Tercera Edición. Mc. Graw Hill. México
- CTUM, 1995. *Enseñanza Efectiva de las Matemáticas*. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- Gairín Sallan, J., 1994. *Las actitudes en educación*. Boixareu Universitaria. Barcelona
- Goodson, C. y Miertschin, S., 1991. *Álgebra con aplicaciones técnicas*. Limusa. México
- Grossman, S., 1995. *Álgebra lineal*. 5ta. Edición. Mc. Graw Hill. México
- Guzmán, M. y Colera, J., 1989. *Matemáticas I y II - C.O.U.* Anaya. Madrid
- Guzmán, M., 1992. *Tendencias innovadoras en Educación Matemática*. Olimpiada Matemática Argentina.
- Hadeler, K., 1982. *Matemática para Biólogos*. Reverté. Barcelona
- Haeussler, E., Paul, R., 1987. *Matemáticas para Administración y Economía*. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- Kilpatrick, J., Gómez, P. y Rico, L., 1995. *Educación Matemática*. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- Leithold, L., 1995. *Álgebra*. Editorial Harla. México
- Litwin, E. (compiladora), 1995. *Tecnología Educativa. Política, historia, propuestas*. Paidós. Buenos Aires
- Polya, G., 1965. Reimp., 1996. *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas. México
- Sacristán J. y Pérez Gómez, Á., 1994. *Comprender y Transformar La Enseñanza*. Ediciones Morata. Tercera Edición. Madrid
- Sancho, J., 1994. *Para una Tecnología Educativa*. Horsoi
- Santaló, L. y colaboradores., 1994. *Hacia una didáctica humanista de la matemática*. Troquel. Buenos Aires.
- Schoenfeld, A., 1994. *Ideas y tendencias en la resolución de problemas*. Olimpiada Matemática Argentina. Buenos Aires
- Sobel, M. y Lerner, N., 1996. *Álgebra*. 4^{ta} Edición. Prentice Hall Hispanoamericana. México
- Swokowski, E., 1986. *Matrices y determinantes*. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- Swokowski, E. y Cole, J., 1996. *Álgebra y Trigonometría con Geometría Analítica*. Tercera Edición. Grupo Editorial Iberoamérica. México