



## APRENDIZAJE DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES DE 2x2 CON APOYO DEL SOFTWARE ARDORA

### LEARNING SYSTEMS OF LINEAR EQUATIONS 2x2 USING THE SOFTWARE ARDORA

### APRENDIZAGEM DE SISTEMAS DE EQUAÇÃO LINEAR 2x2 BASEADO NO SOFTWARE ARDORA

Ana Yaquelinne Palacios Granados\* , José Francisco Villalpando Becerra\*\*   
Rafael Pantoja Rangel\*\*\* 

Cómo citar este artículo: Palacios, A.Y., Villalpando, J.F., Pantoja, R. (2022). Aprendizaje de Sistemas de Ecuaciones Lineales de 2x2 con apoyo del software ardora. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 17(1), 122-137. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.17545>

#### Resumen

Se presentan los resultados de una investigación, para la cual se diseñó una propuesta didáctica sobre el aprendizaje de sistemas de ecuaciones lineales de 2x2 con el apoyo del software libre Ardora. Fue de tipo cuasi-experimental, ya que se trabajó con dos grupos previamente establecidos, uno de control donde el tema se trató de manera tradicional y el otro experimental en el cual se implementó la propuesta. También se tienen aspectos cualitativos, ya que se analizaron las opiniones de estudiantes sobre la propuesta presentada, y de igual manera aspectos cuantitativos debido a que se utilizaron datos numéricos para la realización del análisis estadístico. Una vez que se elaboraron los instrumentos tanto de evaluación como de aplicación de la propuesta, se sometieron a una validación por parte de expertos en el tema. Posteriormente, se aplicó la propuesta y al terminar la experimentación de la misma se aplicó un post-test. Finalmente, se realizó una encuesta sobre diversos temas relacionados con la propuesta didáctica, los resultados nos muestran que hubo mejores resultados de aprendizaje en los estudiantes del grupo experimental que en los del grupo de control.

**Palabras clave:** Estrategia de aprendizaje. Matemática. Ciencias de la educación. Material autodidáctico. Álgebra.

#### Abstract

This paper's content is research results, based on a didactic proposal designed for learning systems of linear equations of 2x2 using the free software Ardora. It was quasi-experimental research since it worked with two groups, one of control training the

Recibido: febrero de 2021; aprobado: marzo de 2022

\* Maestra en Enseñanza de las Matemáticas. Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, México. Email: yaky\_cmy@hotmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8669-5645>

\*\* Maestro en Sistemas de Información. Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, México. Email: francisco.villalpando@academicos.udg.mx - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3226-7247>

\*\*\* Doctor en Ciencias. Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, México. Email: rpantoja@prodigy.net.mx - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7116-1157>

subject traditionally and the other one implementing the experimental format. There are also qualitative aspects considering students' opinions on the proposal presented that were analyzed. Besides, the study is quantitative because numerical data were used for statistical analysis. Once the instruments for both evaluation and application of the proposal were developed, they were submitted to validation by experts on the subject. Finally, we apply a post-test and a survey studying various topics related to the didactic process. Results allow us to state that this proposal improves learning by students in the experimental group more than in the control group.

**Keywords:** Learning strategy. Mathematics. Sciences Education. Autoinstructional aid. Algebra.

### Resumo

São apresentados os resultados de uma pesquisa, para a qual desenhamos uma proposta didática para a aprendizagem de sistemas de equações lineares de  $2 \times 2$  com o apoio do software livre Ardora. A mesma foi tipo quase experimental, pois funcionava com dois grupos previamente estabelecidos, um controle onde o assunto foi tratado de forma tradicional e o outro experimental implementado a proposta. Também há aspectos qualitativos, visto que foram analisadas as opiniões dos alunos sobre a proposta apresentada. Apesar disto, o estudo contem aspectos quantitativos, pois foram utilizados dados numéricos para a análise estatística. Uma vez desenvolvidos os instrumentos de avaliação e aplicação da proposta, estes foram submetidos à validação por especialistas no assunto. Posteriormente foi aplicada a proposta e ao terminar a experimentação aplicou-se um pós-teste. Finalmente, foi aplicado um questionário sobre diversos temas relacionados com a proposta didática. Os resultados permitem nos destacar que a aplicação este processo didático produziu melhores resultados de aprendizagem para os estudantes do grupo experimental em comparação aos do grupo controle.

**Palavras chave:** Estratégia de aprendizagem. Matemática. Ciências da educação. Material autodidático. Álgebra

## 1. Introducción

Según BETANCOURT (2009 p. 62) “la enseñanza tradicional ha causado una serie de dificultades, debido a la estructura de la misma; enseñar un contenido por medio del método expositivo hace que los alumnos pierdan el interés por aprender”. Es por ello que en la actualidad el uso de las tecnologías juega un papel fundamental en la educación, en la que su uso relacionado a la manipulación y construcción del conocimiento es constante, especialmente se desarrolla el uso de

las tecnologías en la enseñanza, el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas en todos los niveles educativos (HERNÁNDEZ, CONTRERAS, 2010, citados por VILLARRAGA, et al., 2012 p. 68).

Con la investigación que se reporta, se buscó en los estudiantes la estimulación para lograr un aprendizaje significativo, mediante el uso de estrategias didácticas desarrolladas con el software libre Ardora. A partir de la experiencia como docente en el nivel medio, el dominio de la solución de sistemas de ecuaciones lineales es básico para el aprendizaje de futuros temas

matemáticos, pues en diversas ocasiones el docente se percata de que los alumnos tienen problemas durante la resolución de Sistemas de Ecuaciones Lineales (SEL) de dos ecuaciones con dos incógnitas (BRICEÑO, LOZADA, 2016 p. 2).

La matemática escolar que se enseña en la institución, se sustenta en el programa oficial de educación básica y se puede clasificar como una enseñanza tradicional, que, aunque está provista de un sustento teórico y de una metodología que coadyuve a que los alumnos se interesen y motiven por el aprendizaje de las matemáticas, no se atienden adecuadamente por los profesores. Por tales motivos se planteó una estrategia diferente a la tradicional para el tema de sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  que se sustentó en la teoría de representaciones semióticas de Duval y el empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) con la finalidad de que el alumno adquiera un aprendizaje significativo.

Es importante tomar en consideración la motivación y el interés por aprender matemáticas, pues son un elemento que en las propuestas didácticas es primordial, sobre todo por el comportamiento de los estudiantes en esta época, para que exista una vinculación entre el profesor, alumno y el compromiso escolar.

SENTENI (2004 p. 10) menciona que se genera motivación en los alumnos al utilizar las tecnologías, debido a que se concentran más en los procedimientos, ya que la computadora se encarga de hacer cálculos numéricos, aprenden a organizar y procesar la información, desarrollan la habilidad de generalización, y se observa un progreso en su pensamiento, desde un nivel específico hasta uno general.

En esta investigación se tomó en cuenta estos factores en el desarrollo de las estrategias a implementar, pues como menciona TRIGUEROS (2012 p. 6), actualmente existe la necesidad de implementar estrategias didácticas y tecnológicas para la enseñanza de las matemáticas, que incentiven en los estudiantes el gusto por aprenderlas de una manera diferente, creativa y

dinámica.

Para la investigación se desarrolló una estrategia didáctica que incluye material lúdico como crucigrama, rompecabezas, relacionar columnas, un libro con ejercicios y problemas contextualizados, con la finalidad que los profesores del área conozcan otros métodos de enseñanza atractivos para el alumno, así como también enriquezcan su labor docente, ya que se incluyen elementos novedosos. Además de que el objetivo de la investigación fue el determinar el efecto que produce el empleo una propuesta didáctica, basada en el marco teórico de las representaciones semióticas de Duval que incluye el uso del software libre Ardora sobre los resultados de aprendizaje en el tema de sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ .

Cabe mencionar que este documento es el resultado de la investigación realizada en un proyecto de tesis para obtener el grado de Maestro en Enseñanza de las Matemáticas y que algunos de sus avances y resultados han sido presentados en varios eventos académicos.

## 2. Referencias teóricas

### 2.1. Representaciones semióticas de Duval

Con el uso de diversas representaciones en el tema de sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$ , se propicia que los estudiantes comprendan de una mejor manera dicho tema, ya que es importante que el alumno conozca no solo la representación algebraica sino también su representación geométrica, por tal motivo se empleó la teoría de Duval.

Las representaciones semióticas forman una parte esencial en el estudio de las matemáticas, ya que, a diferencia de otras áreas de estudio, los objetos matemáticos no son tangibles y son difíciles de visualizar, esto hace que mediante estas representaciones el concepto se haga accesible y fácil de comprender (ACEVES, 2017 p. 23).

Duval en su teoría de representaciones semióticas, puso mucho énfasis en que el uso de sistemas de representaciones para el pensamiento matemático

es esencial y esto va ligado a la producción de una representación (semiosis) y la aprehensión conceptual de objetos matemáticos (noesis); así las representaciones semióticas pueden ser producciones discursivas (en lenguaje natural, en lenguaje formal) o no discursivas (figuras, gráficos, esquemas...).

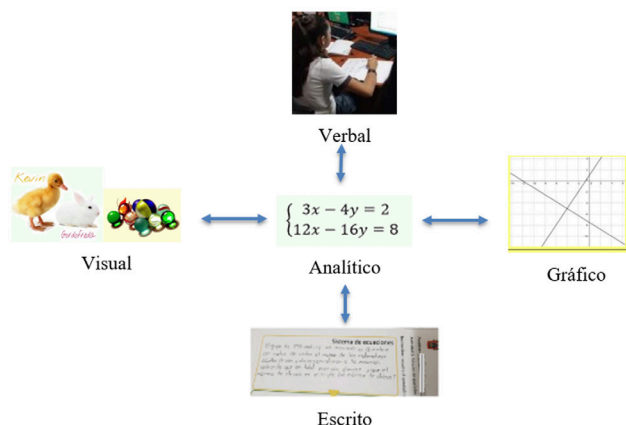
Para comprender las representaciones semióticas se deben tener en cuenta los siguientes tres aspectos:

- Estructural: es relativo a la determinación del significado de los signos y de las posibilidades que ofrece como representación.
- Fenomenológico: referente a la exigencia psicológica de aprehensión de los signos.
- Funcional: referida al tipo de actividad que los signos permiten llevar a cabo.

Según DUVAL (1999 p. 35) se plantea que la noesis no es independiente de la semiosis, por ende, el proceso de representaciones externas es el que hace posible comprender las representaciones mentales internas, así, en los procesos de enseñanza que van dirigidos al logro de aprendizajes, se requiere que los docentes orienten actividades para hacer evidentes todos los procesos que posibilitem el paso de una representación a otra, al aplicar procesos ya sea transformación o conversión de las representaciones iniciales, que en esta investigación se usan cuatro tipos de representaciones.

En este mismo contexto DUVAL (citado por PRADA, HERNÁNDEZ, JAIMES, 2017 p. 16), menciona que “las diferentes representaciones semióticas de un objeto matemático son absolutamente necesarias, ya que los objetos matemáticos no son directamente accesibles por la percepción o por una experiencia intuitiva inmediata como lo son los objetos comúnmente llamados físicos”, lo cual apoya el uso de propuestas como la aquí mostrada, ya que involucra objetos matemáticos y sus diferentes representaciones semióticas.

También, de acuerdo con DUVAL (2006 p. 152), cabe señalar que un conjunto de signos y símbolos es una representación semiótica si permite la



**Figura 1.** Diversos registros de algunas formas de representación semiótica. **Fuente:** Elaboración propia.

representación, el tratamiento y la conversión, como en el ejemplo de la Figura 1, en el que se muestran diversas representaciones semióticas ligadas a los sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$ .

Es importante que los estudiantes conozcan los diferentes métodos o maneras de resolver un sistema de ecuación lineal de  $2 \times 2$ , al usar métodos de enseñanza diferente para vincular diversas representaciones como el método gráfico, algebraico o traducción.

### 3. Metodología de la investigación

La metodología empleada se fundamenta en algunas investigaciones que apoyan el uso de propuestas del tipo de la presente investigación, entre ellas podemos mencionar las siguientes.

Primeramente, para SEGURA (2012 p. 51) investigar las dificultades que enfrentan los estudiantes en el tema de sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  es importante, ya que es un tema que se aborda a partir del nivel secundaria y bachillerato y es muy útil en temas futuros. El autor menciona que algunas de las dificultades tienen sus orígenes en la complejidad de la matemática de elementos básicos que se utilizan en la adquisición del tema, también a sus diversos métodos de solución y a la ruptura entre el pensamiento aritmético y algebraico.

Además, según PEDREÑO (2004 p. 6) el tema de sistema de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  es de gran interés porque en él interaccionan tres lenguajes: el lenguaje verbal con el que se enuncian los problemas, el lenguaje algebraico, y la traducción del lenguaje geométrico al interpretar los conjuntos de soluciones.

De igual manera, CAICEDO (2014 p. 33) reporta que los estudiantes presentan, desde el grado noveno hasta el grado undécimo y aun los que están en los primeros semestres universidad, errores al plantear y resolver problemas que tienen que ver con el tema de sistema de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$ , desde los más sencillos hasta los más complejos y resulta complicado para los estudiantes resolverlos.

La metodología empleada permitió responder la pregunta de investigación ¿Qué efecto produce el empleo de la propuesta didáctica sobre los resultados de aprendizaje por los alumnos del tema sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ ? con empleo de una propuesta didáctica y el uso del software libre Ardora?

### 3.1. Tipo de investigación

La investigación fue cuasi-experimental, ya que se trabajó con dos grupos previamente establecidos. Se aplicó un post-test a ambos grupos para comparar los resultados de aprendizaje de los estudiantes, también se incluyeron algunos aspectos cualitativos para determinar las impresiones que se generan en los alumnos, lo cual se evaluó por medio de una observación directa y una encuesta de opinión previamente diseñada y validada.

### 3.2. Población y muestra

La población considerada para esta investigación estaba conforma por un total de seis grupos, dos de primer grado, dos de segundo y dos de tercero, la cantidad de alumnos por grupo es entre 25 y 30 personas cuyas edades están entre 13 y 14 años de nivel económico medio-alto y en total son 173 estudiantes. La experimentación se llevó a cabo con dos grupos de segundo grado de secundaria, un grupo control y el otro experimental, en el bloque V de la materia de Matemáticas, en el turno

matutino de una institución educativa privada situada en el estado de Jalisco en México.

### 3.3. Planificación de la investigación

La investigación se llevó a cabo durante dos años, de la siguiente manera:

- Primeramente, se realizó una recopilación de información de diversas fuentes relevantes mayormente electrónicas, con la intención de recolectar la mayor información necesaria para la investigación, además, se profundizó en el conocimiento del software Ardora y sus diversas actividades útiles para la experimentación.
- Al tener los conocimientos necesarios, se diseñaron las actividades y materiales utilizados para construir la propuesta didáctica; se tomó en cuenta el sustento teórico, se eligieron los instrumentos y la manera de evaluarlos.
- Posteriormente, se aplicó una prueba piloto para validar las actividades diseñadas en el software Ardora, así como también la prueba post-test; esta actividad se llevó a cabo con estudiantes de segundo grado de la secundaria Revolución Mexicana, se tenía previsto realizar la experimentación con ellos, pero al no estar disponible el centro de cómputo en las fechas propuestas se optó por experimentar con estudiantes de segundo grado de secundaria.

Con base en los datos obtenidos de la prueba piloto, se realizaron los ajustes pertinentes y necesarios, se modificó el libro digital creado, fue dividido en partes para facilitar su manejo, también se modificaron los colores, se extendió el tiempo para contestar los juegos, además, se crearon más actividades y modificó la manera de trabajarlas. Respecto a los exámenes se modificó la redacción y cambiaron algunos problemas por otros de dificultad adecuada al nivel.

Se aplicó la propuesta didáctica al grupo seleccionado con la finalidad de obtener los datos experimentales, se organizaron, procesaron, presentaron y analizaron dichos datos, se escribieron las conclusiones y se redactó el reporte final de la investigación.

### 3.4. Hipótesis matemática y estadísticos

Hipótesis nula  $H_0$ : Los resultados de aprendizaje del grupo experimental no son estadísticamente mejores que los resultados de aprendizaje del grupo control, esto es  $H_0 = \mu_1 = \mu_2$ .

Hipótesis alternativa  $H_A$ : Los resultados de aprendizaje del grupo experimental son estadísticamente mejores que los resultados de aprendizaje del grupo control, esto es:  $H_A = \mu_1 > \mu_2$ , donde  $\mu_1$  y  $\mu_2$ , representan el promedio de los grupos experimental y control respectivamente.

La prueba que se empleó para comprobar la hipótesis de investigación fue la  $t$ -Student para muestras independientes, con el fin de determinar si hubo diferencia significativa entre las medias poblacionales del grupo control y el experimental. El nivel de significancia seleccionado fue de  $\alpha=0,5$ , es decir, el 95% de confiabilidad en las dos pruebas. La fórmula para calcular el valor del estadístico para varianzas iguales es:

$$T_{calculada} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

donde:

$\bar{X}_1$ : es la media del grupo experimental.

$\bar{X}_2$ : es la media del grupo control.

$S_p$ : es la estimación ponderada de la varianza de la población.

### 3.5. Técnicas para la recopilación y análisis de los datos

Para obtener los datos correspondientes a la parte cuantitativa se aplicó un post-test tanto al grupo experimental como al grupo control, para comparar los resultados de aprendizaje. Los datos fueron analizados con el uso del programa Statgraphics®.

Para el aspecto cualitativo se utilizó una encuesta de opinión con el fin de conocer la actitud y opiniones de los estudiantes hacia la propuesta.

### 3.6. Diseño de materiales

Los materiales que se elaboraron fueron:

- Diseño instruccional, tanto para el grupo de control como para el grupo experimental, con el fin de que no hubiera diferencia en las actividades impartidas en ambos grupos.

- Post-test, con cuatro apartados, como se muestra en el Apéndice A, la primera parte son seis preguntas de opción múltiple, el segundo apartado es para relacionar la ecuación con su gráfica, la tercera y cuarta parte es de respuesta abierta ya que en la tercera parte son tres sistemas de ecuaciones lineales de 2x2 y en la última parte resolvieron dos problemas de la vida cotidiana.
- Encuesta de opinión (Apéndice B) para los estudiantes para evaluar la propuesta presentada.
- Lista de observación (Apéndice C) en la cual el docente titular de la materia y el investigador registraron datos del comportamiento de los alumnos durante la aplicación de la propuesta.
- Actividades con el software Ardora, en el cual se incluyó una serie de juegos, tales como relacionar columnas, crucigrama, rompecabezas. Además, un libro electrónico dividido en secciones: introducción, método gráfico, métodos de eliminación, sustitución e igualación, problemas contextualizados y ejercicios resueltos. En las Figuras 2 y 3 se muestran dos capturas de pantalla de las actividades diseñadas para la propuesta didáctica.

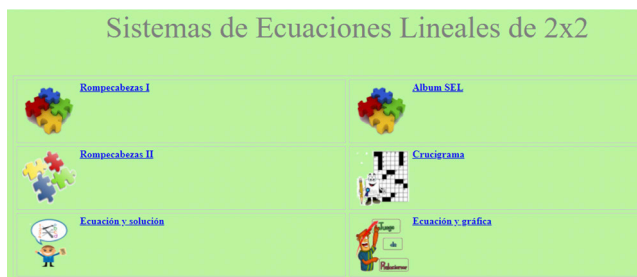
## 4. Resultados

### 4.1. Análisis del estudio piloto

La prueba piloto se aplicó en tres etapas las cuales se describen a continuación:



**Figura 2.** Índice de las actividades elaboradas en el software Ardora. **Fuente:** Captura de pantalla de la propuesta didáctica elaborada en Ardora.



**Figura 3.** Índice de los juegos creados en Ardora. **Fuente:** Captura de pantalla de la propuesta didáctica elaborada en Ardora.

En primera instancia, se trabajó con el libro que los alumnos manipularon, leyeron la información y realizaron algunos ejercicios. En esta parte se trabajó de manera individual pero los estudiantes no pudieron evitar preguntarse entre ellos, aclarar dudas y ayudarse.

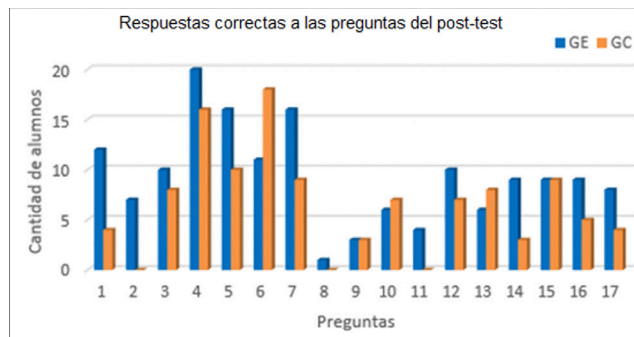
Posteriormente, se trabajó con el índice de juegos, que resultó muy interesante debido a que los estudiantes se mostraron comprometidos, centrados en las actividades y comentaron con sus compañeros la forma de resolver bien los juegos, en algunos momentos utilizaban frases como “te lo dije”, “mejor yo lo resuelvo”, entre otras; se considera que a su edad y en el contexto de la institución, esta interacción fue buena ya que daba a entender que los juegos habían captado su total atención.

Por último, se pidió a los participantes contestar una encuesta para conocer su opinión sobre las actividades, diseño, pertinencia, contenido, entre otras, que fueran de utilidad para mejorar la calidad de las actividades. En esta parte los estudiantes sugirieron que el libro fuese más fácil de manipular, que tuviera animaciones (similares a las de PowerPoint), el color de las páginas fueran tonos pasteles y que aumentara el tiempo para resolver los juegos (de 15 a 30 minutos por juego), en este sentido, tres de los cinco estudiantes comentaron que les hizo falta tiempo para completar las actividades.

#### 4.2. Análisis del post-test

En primer lugar, se obtuvo un histograma con los datos de las respuestas a cada reactivo registrado en Excel® para compararlas entre el grupo control

y el grupo experimental. Como se muestra en la Figura 4, en las preguntas 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 14, 16 y 17 el grupo experimental fue superior al grupo control, las preguntas de la 1 a la 3 fueron de opción múltiple, respecto a las cuales se les preguntó la definición de una ecuación, qué es un sistema de ecuaciones lineales y cuál es la interpretación geométrica de un SEL de  $2 \times 2$ .



**Figura 4.** Gráfica de comparación del grupo control con el experimental de los reactivos del examen post-test.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las preguntas de la 4 a la 7 consistieron en relacionar el sistema con su representación gráfica y sólo en la pregunta 6 de este apartado se observa que el grupo control fue superior al grupo experimental, esta parte se evalúa en términos de la Teoría de Duval, representaciones del SEL de  $2 \times 2$ , es decir, de la representación algebraica a la representación gráfica y viceversa.

Las preguntas de la 8 a la 11 consisten en resolver un sistema de  $2 \times 2$  con algún método y solo en dos de los cuatro cuestionamientos el grupo experimental fue superior al grupo control, en uno el grupo control obtuvo más aciertos y en el otro, ambos grupos obtuvieron la misma cantidad.

##### 4.2.1. Resultados estadísticos del post-test

En la Tabla 1 se muestra el análisis estadístico de los resultados del post-test en ambos grupos, en el cual, el promedio del grupo experimental fue mayor al del grupo control.

El sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de

**Tabla 1.** Resumen estadístico del post-test.

	GE	GC
Recuento	21	22
Promedio	62.4286	41.9545
Desviación Estándar	22.0036	12.6057
Mínimo	25.0	17.0
Máximo	100.0	66.0
Rango	75.0	49.0
Sesgo Estandarizado	0.260708	-0.206804
Curtosis Estandarizada	-1.17347	-0.454987

Nota: datos calculados con el programa de cómputo Statgraphics®.

Fuente: Elaboración propia.

estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambos valores de sesgo estandarizado se encuentran dentro del rango esperado. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado, por lo que provienen de una distribución normal.

El intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, el cual se extiende desde 9.49454 hasta 31.4535. Puesto que el intervalo no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Promedios e intervalos de confianza.

Grupo	Media	Intervalo de confianza
Grupo Control	41.9545	52.4126 - 72.4445
Grupo Experimental	62.4286	37.2705 - 51.301

Intervalos de confianza del 95.0% para la diferencia de medias suponiendo varianzas iguales: 20.474 +/- 10.9795.  
Nota: datos calculados con el programa de cómputo Statgraphics®.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Prueba de la hipótesis.

Se realizó un análisis estadístico para corroborar si el grupo con el cual se trabajó la propuesta didáctica obtuvo mejores resultados de aprendizaje que el grupo de control. Suponiendo varianzas iguales donde  $t = 3.76595$  y valor  $-P = 0.000522077$ , se

rechaza la hipótesis nula con  $\alpha = 0.05$ . Para la comparación de los promedios se implementó la prueba  $t$ -Student y se emplearon las calificaciones del post-test aplicado a ambos grupos. La manera en que se normalizaron los resultados del post-test fue sumar las respuestas correctas, dividir entre 17 y multiplicar por 100.

En la Tabla 3 se muestran las calificaciones obtenidas por los alumnos tanto del grupo experimental como el de control.

**Tabla 3.** Calificaciones del grupo experimental y de control.

Grupo experimental		Grupo de control	
Alumno	Calificación	Alumno	Calificación
1	92	1	34
2	34	2	17
3	49	3	34
4	58	4	49
5	41	5	49
6	100	6	34
7	85	7	42
8	85	8	49
9	85	9	58
10	49	10	25
11	25	11	58
12	49	12	25
13	42	13	58
14	42	14	42
15	75	15	42
16	75	16	25
17	58	17	34
18	42	18	42
19	58	19	66
20	75	20	49
21	92	21	42
		22	49

Fuente: Elaboración propia.

Con el programa Statgraphics® se construyen los intervalos o cotas de confianza para cada media y para la diferencia entre las medias. Y con base en que el intervalo de confianza [9.49454, 31.4535] no contiene el valor 0, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza del 95.0%. Dado que la prueba estadística  $t = 3.76595$  es mayor que el valor crítico de  $t = 2.02$  se encuentra fuera de la región de aceptación de la hipótesis nula, entonces se acepta la hipótesis alternativa. Por tanto, y dado que la hipótesis nula establecía que la diferencia de medias era igual o menor a 0, se concluyó que existe evidencia en contra de



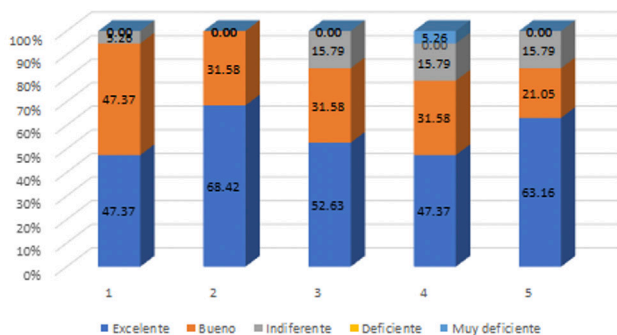
que las medias de las dos muestras sean iguales, o lo que es lo mismo, se han encontrado diferencias estadísticamente significativas. Esto es, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa, es decir, que con la aplicación de la propuesta didáctica se obtuvieron mejores resultados de aprendizaje del tema SEL de 2x2 por parte de los alumnos del grupo experimental, en comparación con el grupo de control que recibió las clases de forma tradicional.

#### 4.4. Análisis de la encuesta de opinión

Al final del post-test, al grupo experimental se aplicó una encuesta de satisfacción con el fin de que los estudiantes plasmaran sus opiniones y evalúen las actividades diseñadas en el software Ardora.

##### 4.4.1 Aspectos funcionales y utilidad

En la primera parte se analizaron los aspectos funcionales y utilidad de las actividades elaboradas con el software Ardora, de la cual se obtuvo la gráfica que se muestra en la Figura 5, en la cual las barras corresponden a cada una de las preguntas divididas en porcentajes, según escala tipo Likert.



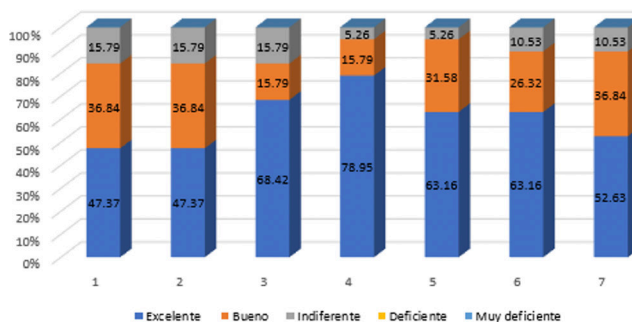
**Figura 5.** Aspectos funcionales y utilidad de las actividades elaboradas en el software Ardora, donde 1 es relevancia y pertinencia de los contenidos, 2, facilidad de acceso, 3 es sencillez de operación, 4, libre de ejecución y 5 se refiere a la facilidad de acceso a la información. **Fuente:** Elaboración propia.

De los cinco aspectos tratados éste fue el más notable debido a que el 47.4% de los estudiantes consideran que la relevancia y pertinencia de los contenidos es excelente y buena. La idea sobre este aspecto se encuentra dividida quizá porque algunos alumnos consideraron que los contenidos,

métodos para resolver el sistema, la cantidad de juegos y ejercicios fue adecuada para comprender el tema, pero algunos de ellos consideraron que faltó mayor información por lo que la consideró buena y no excelente; sólo al 5.3% les causa indiferencia.

##### 4.4.2. Aspectos técnicos

Con la segunda parte de la encuesta de opinión se evaluaron los aspectos técnicos; en la Figura 6 se muestran los resultados que se obtuvieron de siete reactivos, los cuales en su mayoría arrojaron buenas opiniones, como en el ítem número cuatro.



**Figura 6.** Aspectos técnicos en donde 1 es cantidad de gráficos, 2 calidad de gráficos, 3 carga de texto en pantallas, 4 facilidad de lectura, 5 funcionamiento, 6 visualización de imágenes y 7 tiempo.

**Fuente:** Elaboración propia.

El 78.9% de los estudiantes consideran que la facilidad de lectura de texto fue excelente, debido a que en el contenido no se abordaban palabras complejas para ellos, un 15.8% consideran que fue buena y sólo a un 5.3% les causó indiferencia, es decir, ni se les complicó ni facilitó entender el texto. La evaluación por parte de los estudiantes fue excelente, pero algunos mencionaron que les hubiese gustado que la mayor parte de la teoría fuese expuesta por medio de videos, o de manera animada tipo presentación de PowerPoint. Por otro lado, el 52.6% de los estudiantes consideraron que el tiempo para resolver las actividades fue excelente, el 36.8% dijeron que fue bueno y el 10.5% les causó indiferencia el tiempo designado. Durante las sesiones el tiempo fue parte esencial y determinante para llevar

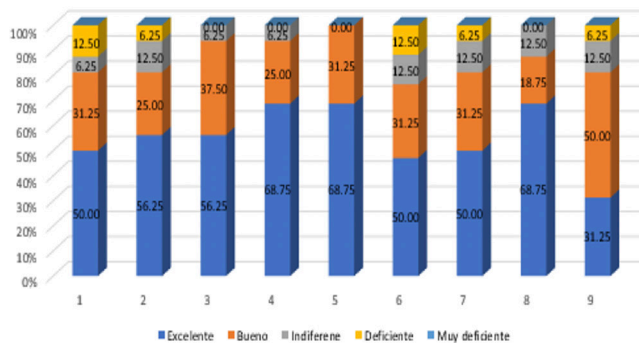
acabo la experimentación, debido a que el tiempo designado se redujo una hora menos y el hecho de que las clases fueran sesiones de 50 min fue determinante en la realización de las actividades designadas, además que los alumnos externaron que en el apartado de aprender jugando se le debe de dar más tiempo, situación que no se puede modificar debido a que no es pertinente abordar un tema más de una semana.

#### 4.4.3. Aspectos estéticos

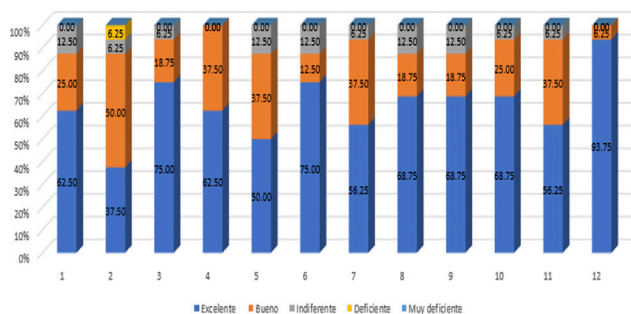
La tercera parte consistió en evaluar la estética de las actividades mediante nueve reactivos como se muestra en la Figura 7.

El 50% de los estudiantes consideraron que el diseño del software fue muy claro y atractivo, el 31.25% lo consideraron bueno y al 6.25% les causó indiferencia y distinto a los otros ítems, el 12.5 % lo consideraron deficiente específicamente en los rompecabezas ya que un alumno consideró que era poco estético. Además, se observa que en relación a las fuentes de información al 68.75% les pareció excelente, al 18.75% bueno y al 12.5% indiferente. En este apartado quizá los estudiantes no pusieron mucha atención debido a que en las actividades no contaban con ninguna fuente de información.

Se observa que, respecto a la originalidad en el diseño, fue buena en términos generales debido a que más del 80% de los estudiantes la consideran



**Figura 7.** Gráfica de los aspectos estéticos donde 1 hace referencia al diseño, 2 a las Figuras, 3 menús, 4 barras, 5 a los botones, 6 a los fondos, 7 a los colores 8 a las fuentes y 9 a la originalidad. **Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 8.** Aspectos pedagógicos dentro de las actividades del software en el que 1 es especificación de los objetivos, 2 es actividades atractivas y motivantes, 3, adecuación de los contenidos, 4, actividades de aprendizaje, 5, recursos didácticos, 6, nivel de dificultad, 7, número de ejercicios para incidir en el aprendizaje, 8, fomento de autoaprendizaje, 9, realimentación, 10 es evaluación de los aprendizajes, 11, redacción y 12 es congruencia entre objetivos de aprendizaje y actividades. **Fuente:** Elaboración propia.

de buena a excelente, mientras que el 12.5% les pareció indiferente y el 6.25% dijeron que fue deficiente, quizá se debió a que los estudiantes esperaban que la información fuera presentada mediante un juego o vídeo, entre otras cosas, pero el hecho de haber usado las computadoras atrajo su atención.

#### 4.4.4. Aspectos pedagógicos.

La cuarta parte de la encuesta de opinión fue evaluar los aspectos pedagógicos y como se muestra en la Figura 8 se evaluó mediante 12 reactivos.

Aunque el objetivo de las actividades se cumplió, el 50% de estudiantes opinaron que se debió incluir más juegos y menos teoría, o que ésta fuera presentada por medio de videos explicativos o con animaciones, para el 37.5% las consideraron excelentes debido a que hubo un equilibrio entre los métodos, los ejercicios y los juegos y sólo al 6.25% les pareció indiferente y deficientes, quizá por la actitud y disposición, por el horario de la clase (7:00 am), entre otros factores.

Además, se observa que el 93.75% de los estudiantes expresaron que fue excelente la congruencia que hubo entre los objetivos de aprendizaje y las actividades y el 6.25% dijeron que fue buena. Debido a que no solo el investigador

se los dio a conocer, sino que en el apartado de introducción también se les exponía, se duda de que realmente hayan relacionado los objetivos con las actividades.

#### 4.4.5. Evaluación global

La quinta parte del cuestionario de opinión consistió en una evaluación global la cual se conformó por ocho preguntas como se muestra en la Figura 9.

El 58.82% de los estudiantes se sintieron satisfechos con el uso del material, por lo que lo evaluaron como excelente, para el 35.29% fue bueno y para el 5.88% fue deficiente. Con base a su comportamiento y actitud durante la implementación los alumnos se mostraron a gusto con el material, ya que el hecho de trabajar fuera del aula les cambia su disposición.

Con respecto a la motivación, se observa que más del 70% de los alumnos se sintieron motivados, aunque para el 23.53% de los estudiantes les resultó indiferente, esto se debió a que los alumnos consideran que faltaron más juegos o videos sobre el tema.

También, cabe mencionar que debido a que los alumnos no están acostumbrados a trabajar en este tipo de actividades, mantienen un pensamiento tradicional y por ende no tienen la iniciativa de buscar más al respecto a menos que

el docente se los pida.

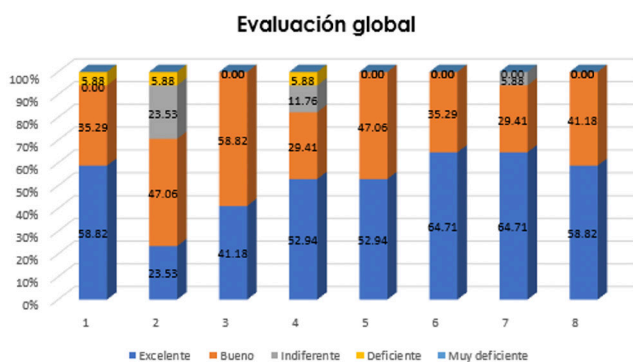
Además, se observa que el 58.82% de los alumnos consideraron que las actividades implementadas fueron buenas, esto se debió quizá, porque quisieron que hubiera más juegos, videos explicativos, transiciones o movimientos en las imágenes, por ende, sólo el 41.18% las consideraron excelentes. El 52.94 % de los estudiantes consideran que las actividades los incitó a aprender cosas nuevas ya que las actividades propuestas no les fueron suficientes, también a buscar otras fuentes de información para disipar sus dudas, al 29.41% poco debido a que les hubiese gustado tener más ejemplos o links que los redireccionará a otra información, al 11.76% de la población les causó indiferencia y sólo el 5.88% mencionaron que las actividades les incitó poco para aprender cosas nuevas y diferentes a las vistas ahí.

Respecto a la sencillez del software, se observa que hubo muy poca diferencia entre los que expresaron que fue buena y excelente (47.06% y 47.06%) esto se debió a que para algunos resultó sencillo manipularlo, no encontraron complicación o situación con el software al utilizarlo.

Referente a la calidad técnica el 64.71% de los estudiantes dijeron que la calidad técnica fue excelente debido a que durante las actividades no encontraron ninguna dificultad a excepción de las computadoras que no se pudieron utilizar y el 35.29% consideraron que fue buena.

Así mismo, el 64.71 % de los estudiantes recomendarían las actividades elaboradas en el software Ardora debido a que mientras lo usaban, se mostraron participativos, atentos y entretenidos en las actividades y los juegos, mientras que el 29.41% lo recomendarían poco, porque algunos de ellos no contaron con el material necesario para su manejo y realización (audífonos, menús no funcionaba bien, etc.) y al 5.88% les causó indiferencia recomendarlo.

Finalmente, el 58.82% de los estudiantes consideraron que las actividades fueron excelentes debido a que les gustó resolver los juegos, ver los videos, entre otras cosas. Se mostró interés por



**Figura 9.** Evaluación global las actividades creadas en Ardora, donde 1 satisfacción con el uso del material, 2 es motivación para conocer más al respecto del tema, 3 hace referencia a si las actividades son interesantes, 4 son aprendizaje de cosas nuevas, 5 es sencillez, 6 es calidad técnica, 7 es si lo recomendaría y 8 es una evaluación general. **Fuente:** Elaboración propia.

el software Ardora con el que se realizaron las actividades, por el tiempo que llevó su construcción y entre ellos se apoyaron para jugar, resolver y comprender la teoría. Otro aspecto fue que, por el hecho de trabajar en el centro de cómputo de una forma diferente, causó impacto en ellos, por lo que el 41.18% consideraron buena la forma de trabajo junto con los recursos.

### 5. Conclusiones y recomendaciones finales

Con base a los resultados obtenidos en la presente investigación se puede responder a la pregunta de investigación: ¿Qué efecto produce el empleo de la propuesta didáctica sobre los resultados de aprendizaje por los alumnos del tema sistemas de ecuaciones lineales  $2 \times 2$ ? con empleo de una propuesta didáctica y el uso del software libre Ardora.

Los efectos que provocaron las actividades diseñadas en el software Ardora fueron favorables, ya que los estudiantes se mostraron interesados en ellas, en la manera en que se llevó a cabo la experimentación, pero más en los juegos debido a que lograron plasmar lo aprendido en los videos y ejercicios. En los resultados analizados de sus trabajos se nota que hubo aprendizaje de los sistemas de ecuaciones, pues en el post-test se reflejan desarrollos algebraicos y de graficación de buen nivel.

Además, se puede decir que la aplicación de la propuesta didáctica produjo mejores resultados de aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental, que los de control, en los alumnos de segundo grado de secundaria en el tema sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$ . Los alumnos mostraron interés en el tema debido al uso de las actividades en el centro de cómputo ya que nunca en la clase de matemáticas habían trabajado frente a la computadora, mucho menos con las actividades y juegos implementados para fortalecer el tema.

Una vez más se comprueba que con el uso de las TIC el alumno muestra interés y agrado hacia los contenidos matemáticos, específicamente al

tema de SEL de  $2 \times 2$ , fueron capaces de resolver ejercicios por cualquier método y aclarar dudas sobre el método gráfico.

El material que se utilizó en la propuesta didáctica, ayudó a identificar las diferentes representaciones de un registro y la conversión de las representaciones producidas de un sistema de representación a otro, esto es, los estudiantes lograron representar, transitar y explorar de una representación algebraica a su expresión geométrica.

El docente conoció nuevas herramientas para trabajar el tema en futuros grupos, de igual manera los alumnos se mostraron participativos y con la mayor disposición de trabajar, realizar las actividades y explorar el paquete de actividades.

Otro de los aspectos que se observó durante las actividades, fue que algunos de los estudiantes no están acostumbrados a leer instrucciones, por lo que ponerlas en forma de video sería una mejora que conviene, también, que el tiempo destinado para los juegos fue escaso, pero hay que tener en cuenta que no es prudente que un tema abarque más de una semana de clases. Sin embargo, se prevé que, dada la portabilidad del material, puedan bajarlo de la nube y usarlo de manera independiente en cualquier lugar.

Una situación más que se pretenderá mejorar, es agregar un apartado más detallado en el que se explique de forma lúdica y detallada como comprender e interpretar lo que en el problema se pide, ya que se observó que al resolver problemas cotidianos, algunos estudiantes tienen dificultad en la comprensión lectora al plantear el sistema e identificar datos proporcionados.

En la experimentación se observó que es difícil evitar que los estudiantes se apoyen entre ellos para su aprendizaje, aunque algunas de las actividades no fueran diseñadas para trabajar en equipo, ellos aclararon algunas dudas juntos y se ayudaron al visualizar los videos, leer la información y realizar los ejercicios propuestos, e incluso en la resolución de los juegos propuestos.

En los resultados del post-test se observan

avances significativos, pero se deben realizar adecuaciones y mejoras en las hojas de actividades, y la manera de presentar la información, ya que, si se insertarán más videos, se tiene que tomar en cuenta el entorno y funcionalidad del centro de cómputo de la institución.

Debido a las circunstancias presentadas durante la experimentación, se afirma que el uso de las TIC con la enseñanza tradicional mejora la comprensión de los contenidos matemáticos por parte de los estudiantes, hace las clases divertidas y aprenden matemáticas desde otra perspectiva.

## 6. Referências

- ACEVES, M. Propuesta didáctica para el aprendizaje de la Hipérbola con apoyo de GeoGebra. 104 pp. Maestría en Enseñanza de las Matemáticas, Departamento de Matemáticas, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 2017.
- BETANCOURT, Y. **Ambiente computacional para apoyar la enseñanza de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la educación superior**. Mathématiques, enseignement, recherche, 2009. Disponible en: <[http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche\\_documentaire/master-betancourt](http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire/master-betancourt)>. Visitado el: 12-02-2017.
- BRICEÑO, R.; LOZADA, J. **Errores en la resolución de sistemas de ecuaciones lineales (SEL)  $2 \times 2$  en estudiantes de 5to año**. Maestría en Educación Mención Enseñanza de la Matemática. Instituto de Mejoramiento Profesional del Magisterio, Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas: Venezuela, 2016.
- CAICEDO, J. (2014). **Estrategia pedagógica para la resolución de problemas aplicados a los sistemas de ecuaciones lineales de  $2 \times 2$  y  $3 \times 3$** . Universidad Católica de Manizales, 2014. Disponible en: <<http://200.21.94.179:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1006/Julio%20Cesar%20Caicedo%20Ruiz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Visitado el: 20-06-2017.
- DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano: Registros semióticos y aprendizajes intelectuales**. Instituto de Matemáticas, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 1999. Disponible en: <[http://ima.ucv.cl/lconsigliere/archivos/didactica\\_de\\_las\\_funciones\\_2003/Semiosis.doc](http://ima.ucv.cl/lconsigliere/archivos/didactica_de_las_funciones_2003/Semiosis.doc)>. Visitado el: 15-06-2017.
- DUVAL, R. Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. **La Gaceta de la RSME**, Madrid, v. 9, n. 1, pp. 143-168. 2006.
- PEDREÑO, A. Ecuaciones lineales. Didáctica y perspectiva histórica. **Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas**, Tenerife, v. 57, pp. 3-18. 2004.
- PRADA, R; HERNÁNDEZ, C.; JAIMES, L. Representaciones semióticas alrededor del concepto de función en estudiantes de ingeniería. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, Bogotá, v. 12, n. 2, p. 14-31. 2017. DOI: 10.14483/23464712.10491.
- SEGURA, S. Sistemas de ecuaciones lineales: una secuencia didáctica. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME**, Ciudad de México, v. 7, n. 1, pp. 49-78. 2012.
- SENTENI, A. **The role of new technologies in advancing education and learning**. Researchgate, 2004. Disponible en: <[https://www.researchgate.net/profile/Alain\\_Senteni/publication/262112902\\_1\\_The\\_Role\\_of\\_New\\_Technologies\\_in\\_Advancing\\_Education\\_and\\_Learning\\_Motivating\\_Factors\\_for\\_Reforming\\_Education/links/00b7d536b2e102c907000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alain_Senteni/publication/262112902_1_The_Role_of_New_Technologies_in_Advancing_Education_and_Learning_Motivating_Factors_for_Reforming_Education/links/00b7d536b2e102c907000000.pdf)>. Visitado el: 10-12-2016.
- TRIGUEROS, M. Sistemas de ecuaciones: ¿Qué nos dice la investigación sobre su aprendizaje? In: VI COLOQUIO INTERNACIONAL SOBRE ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS. Didáctica de las Matemáticas: Avances y Desafíos Actuales. Lima: Perú. 2012.
- VILLARRAGA, M.; SAAVEDRA, F.; ESPINOSA, Y.; JIMÉNEZ, C., SÁNCHEZ, L.; SANGUINO, J. Acercando al profesorado de matemáticas a las TIC para la enseñanza y aprendizaje. **Revista de Educación Mediática y TIC**, Córdoba, v. 1, n. 2, pp.65-87. 2012.

**Apéndice A Post-test**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

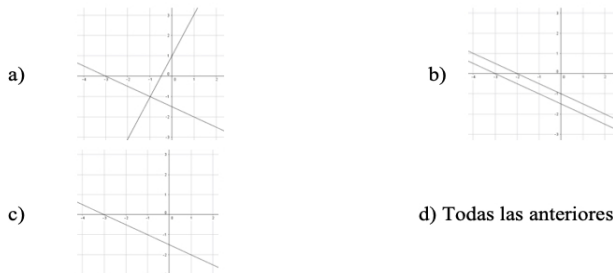
**Instrucción:** subrayar la respuesta correcta que corresponda a la siguiente pregunta:

1. **¿Qué es una ecuación?**

- a) Conjunto de números y letras
- b) Igualdad entre dos expresiones algebraicas
- c) Una expresión algebraica
- d) Ninguna de las anteriores

2. **¿Qué entiendes por sistema de ecuaciones lineales?**

3. **¿Cuál es la interpretación geométrica al resolver un sistema de ecuaciones lineales de 2x2?**



**Instrucción:** escribe V si el enunciado es verdadero o F si es falso según sea el caso

- |  |   |       |
|--|---|-------|
| A $\begin{cases} x + y = 3 \\ x + y = 2 \end{cases}$     | 1. Los sistemas A y C son equivalentes      | _____ |
| B $\begin{cases} 2x - 2y = 3 \\ x + y = 3 \end{cases}$   | 2. Los sistemas B y D tienen igual solución | _____ |
| C $\begin{cases} 2x - y = -6 \\ x - 3y = 11 \end{cases}$ | 3. El sistema A no tiene solución           | _____ |
| D $\begin{cases} x + y = 3 \\ x - y = 1 \end{cases}$     | 4. El sistema C tiene solución única        | _____ |

**Instrucción:** resolver los siguientes sistemas de ecuaciones lineales por el método que considere apropiado.

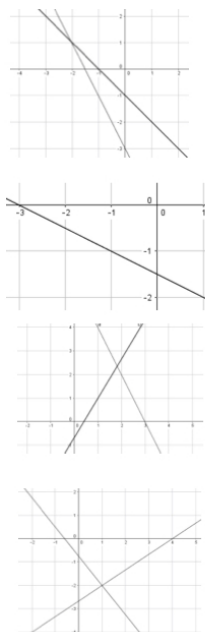
1.  $\begin{cases} -10x - 5y = 0 \\ 21x - 7y = 28 \end{cases}$
2.  $\begin{cases} 2x + 3y = -1 \\ 3x + 4y = 0 \end{cases}$
3.  $\begin{cases} x + y = 3 \\ 2x - y = 0 \end{cases}$
4.  $\begin{cases} 8x - 12y = 24 \\ 2x - 3y = 18 \end{cases}$

**Instrucción:** relacionar la gráfica que corresponde a su sistema de ecuación lineal de 2x2.

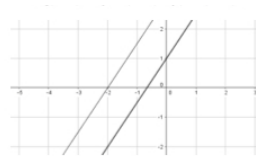
$$\begin{cases} x + 2y = -3 \\ 3x + 6y = -9 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 5x + 4y = -3 \\ 2x - 3y = 8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3x = 2y - 6 \\ 2y - 3x = 2 \end{cases}$$



$$\begin{cases} 2x + y = 6 \\ 3y = 5x - 2 \end{cases}$$



**Instrucción:** leer y resolver los siguientes problemas.

1. Con dos camiones cuyas capacidades de carga son respectivamente de 3 y 4 toneladas, se hicieron en total 23 viajes para transportar 80 toneladas de madera. ¿Cuántos viajes realizó cada camión?
2. El perímetro de una cancha de la cancha de futbol de la Prepa No. 4 es 64cm y la diferencia entre las medidas de lo largo y lo ancho es 6cm. Calcula las dimensiones de la cancha.

**Apéndice B. Encuesta de opinión**

**Evaluación Multimedia, Alumno**

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Para los siguientes apartados, califique de 1 a 5, según estime, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Muy deficiente: el software de la propuesta requiere una fuerte mejoría.
2. Deficiente: requiere ser revisado.
3. Indiferente, posiblemente mejorar el estilo
4. Bueno: además de correcto, es adecuado a los propósitos buscados.
5. Excelente: cumple sobradamente el propósito deseado.

1. Aspectos funcionales, Utilidad	
1. Relevancia y pertinencia de los contenidos	
2. Facilidad de acceso	
3. Sencillez de operación	
4. Libre de errores de ejecución	
5. Facilidad de acceso a la información presentada en el software.	

Por favor, señale el (los) que ubique como inadecuados:

\_\_\_\_\_

2. Aspectos técnicos	
1. Cantidad de gráficos	
2. Calidad de gráficos	
3. Carga de texto en pantallas	
4. Facilidad de lectura del texto (tamaño, colores, estilos, etc.)	
5. Funcionamiento del software: velocidad de ejecución	
6. Visualización de imágenes	
7. Tiempo para resolver las actividades	

Por favor señale los que considere inadecuados:

\_\_\_\_\_

3. Aspectos Estéticos	
1. Diseño claro y atractivo	
2. Cuadros y figuras	
3. Menús	
4. Barras	
5. Botones	
6. Fondos	
7. Colores	
8. Fuentes	
9. Originalidad en diseño	

En caso de que algún aspecto no sea adecuado, por favor, especifique para corregirlo:

\_\_\_\_\_

Aspectos pedagógicos	
1. Especificación de objetivos de aprendizaje	
2. Actividades atractivas y motivantes	
3. Adecuación de los Contenidos: delimitación, organización, calidad, profundidad	
4. Actividades de aprendizaje: flexibles, adaptadas, progresivas	
5. Recursos didácticos: síntesis, resúmenes, esquemas, mapas conceptuales	
6. Nivel de dificultad de los problemas	
7. Número de ejercicios para incidir sobre los contenidos	
8. Fomento del autoaprendizaje: toma de decisiones, iniciativa propia	
9. Realimentación	
10. Evaluación de los aprendizajes: control y seguimiento	
11. Redacción	
12. Congruencia entre objetivos de aprendizaje y actividades	

En caso de que algún aspecto no sea adecuado, por favor, especifique para corregirlo:

Evaluación global	
Motivación para conocer más al respecto	
Calidad técnica	
Evaluación general	

Para el siguiente apartado, califique de 1 a 5 según los siguientes criterios:

1. Nada: el software de la propuesta requiere una fuerte mejoría.
2. Muy poco: requiere ser revisado.
3. Indiferente, posiblemente mejorar el estilo
4. Poco: además de correcto, es adecuado a los propósitos buscados.
5. Mucho: cumple sobradamente el propósito deseado.

Evaluación global	
Satisfacción con el uso del material	
Actividades interesantes	
Aprendizaje de cosas nuevas	
Sencillez del software de la propuesta didáctica	
Lo recomendaría	

En general ¿el uso del software de la propuesta didáctica le facilitó el aprendizaje del tema?

\_\_\_\_\_

En caso de que ubique alguna sugerencia adicional para mejorar el material, por favor, escríbala:

\_\_\_\_\_

#### Apéndice C. Lista de observación del profesor e investigador sobre el comportamiento de los alumnos

Para los siguientes apartados, califique de 1 a 5, según estime, de acuerdo a los siguientes criterios:

1. Nunca    2. Muy pocas veces    3. Algunas veces    4. Casi siempre    5. Siempre

Los alumnos durante la realización de las actividades		
1	Se muestran interesados	
2	Lucen aburridos	
3	Se observan indiferentes	
4	Parecen preocupados, nerviosos	
5	Muestran miedo al responder	
6	Se observan concentrados	
7	Tienen dificultades para ingresar al software de la propuesta didáctica	
8	Enfrentan problemas técnicos que obstaculizan actividades	
9	Acceden a ligas que les proporciona el software	
10	Preguntan sobre cómo utilizar el material	
11	Preguntan sobre cómo resolver los problemas	
12	Preguntan si tendrán una calificación	
13	Se muestran seguros al responder	
14	Al final ¿están satisfechos con las aportaciones del material?	
15	Tiempo empleado en completar el uso del software	

16. En que etapas solicitaron apoyo para navegar

\_\_\_\_\_

17. Secciones en las que solicitaron aclaraciones sobre las instrucciones de las actividades

\_\_\_\_\_

18. El orden establecido de las actividades fue el adecuado

\_\_\_\_\_

19. Observaciones adicionales:

