

Análisis de aplicación del método de eliminación a través de la descomposición genética

IBARRA-CARRILLO, Cruz Elena†*

Universidad Tecnológica General Mariano Escobedo. Libramiento Noreste Km. 33.5, 66050 Gral. Escobedo, N.L.

Recibido 21 de Octubre, 2017; Aceptado 7 de Diciembre, 2017

Resumen

Dentro de las competencias que debe lograr un ingeniero está el desarrollar su capacidad de observar, sistematizar, analizar situaciones, problemas o ejercicios y un camino para ello es integrar las Matemáticas en los planes de estudio. El Técnico Superior Universitario (TSU) en Mecatrónica área Automatización, del Subsistema de Universidades Tecnológica y Politécnicas cuenta con el curso de Álgebra Lineal que, entre sus objetivos está desarrollar los Métodos de Solución para Sistemas de Ecuaciones Lineales. Este reporte se centró en evaluar el desempeño y aprendizaje de los estudiantes entorno al Método de Eliminación, se revisaron las acciones realizadas por los alumnos y se identificaron los procesos que pudieron concretar de manera correcta. La investigación se desarrolló con un grupo de primer cuatrimestre. El marco teórico que se tomó de referencia para la evaluación del desempeño estudiantil es la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto y Esquema) que, en el área de Educación de las Matemáticas es una línea de investigación que analiza la construcción de conceptos matemáticos a partir de la descomposición genética de los mismos. Se detectó que un 70% de los alumnos no pudo llegar a la solución y se identificaron las acciones decisivas que desencadenaron errores en la ejecución del método.

Acción, Proceso, Descomposición Genética

Citación: IBARRA-CARRILLO, Cruz Elena. Análisis de aplicación del método de eliminación a través de la descomposición genética. Revista de Ingeniería Tecnológica 2017. 1-4:29-39

Abstract

Within the competencies that an engineer must achieve is to develop his ability to observe, systematize, analyze situations, problems or exercises; one way to do this is to integrate mathematics into curricula, in addition it is useful as a tool for other specialty subjects. The University Superior Technician (TSU) in Mechatronics Automation area of the Subsystem of Technological and Polytechnic Universities includes the course of Linear Algebra that has among its goals to develop the Methods of Solution to Systems of Linear Equations. This research report focused on assessing students' performance around the Elimination Method. The APOE (Action, Process, Object and Scheme) theory was used as a theoretical framework to refer to the evaluation of students' performance, which in the area of Mathematics Education is a line of research that analyzes the construction of mathematical concepts from the Genetic decomposition of them, that is to say, that the actions and processes involved in the development of this method were broken down. It was detected in the control group that 70% of the students could not obtain the solution but the decisive actions that led to errors in the execution of the method were identified.

Action, Process, Genetic Decomposition

*Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: cibarra@ute.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La formación académica en el nivel superior para cualquier Ingeniería tiene como componente esencial cursos de ciencias exactas para inducir en el estudiante su capacidad de analizar y sistematizar procesos como los que están involucrados en los algoritmos matemáticos.

En el diseño del Plan de estudios suele incluirse el tema de Sistemas de Ecuaciones Lineales como una herramienta matemática necesaria para complementar cursos de especialidad Circuitos Eléctricos o Análisis de Circuitos Eléctricos en donde se aplican los sistemas algebraicos lineales para encontrar corriente eléctrica o voltaje.

La carrera de Técnico Superior (TSU) en Mecatrónica área Automatización de la Universidad Tecnológica Gral. Mariano Escobedo (UTE) trabaja con el plan de estudios diseñado en el Modelo de Competencias que distribuye a nivel nacional la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas de la SEP. En septiembre de 2015 se liberaron nuevos planes de estudio en los cuales se incluye la asignatura llamada Álgebra Lineal para impartirse en el primer cuatrimestre de la carrera.

El programa de la materia establece como objetivo de la asignatura que “el alumno resolverá problemas matemáticos a través del uso del álgebra, matrices y sistemas de ecuaciones para contribuir en la toma de decisiones en su entorno profesional y cotidiano” ver ANEXO.

Inmersos en el Modelo de Competencias donde se pondera el desempeño del estudiante por encima de su conocimiento, se reduce el tiempo de exposición, presentación o el desarrollo de teoría en cada asignatura del plan de estudio.

Justificación

La asignatura de Álgebra Lineal está diseñada con cuatro unidades de las cuales, la tercera y cuarta unidad comprenden propiamente los conceptos matemáticos como ecuación lineal y sistemas de ecuaciones lineales respectivamente. El tiempo asignado para desarrollar la teoría en estas últimas unidades representa un 25%; el restante 75% del trabajo de cada unidad corresponde a la práctica del estudiante para la competencia que debe adquirir durante el cuatrimestre en curso y aplicar posteriormente en Circuitos Eléctricos y Análisis de Circuitos Eléctricos, asignaturas que también forman parte del currículo de esta carrera (en 2° y 4° respectivamente) siendo la aplicación de los Métodos de solución a Sistemas de Ecuaciones Lineales un campo fértil para la Matemática en el Contexto de las Ciencias, otra línea de investigación presente en el escenario de la Matemática Educativa en nuestro país

Problema

Son recurrentes las críticas de los profesores de Análisis de Circuitos eléctricos sobre los problemas que presentan los estudiantes en la aplicación del álgebra y matemáticas en la solución de los métodos de sistemas de ecuaciones lineales que se construyen para resolver circuitos eléctricos. Los docentes requieren que el alumno obtenga la solución sin importar el método que utilice. Ya que en el primer cuatrimestre el docente debe encaminar sus metas para que el alumno logre ser competente en la aplicación de alguno los métodos de solución que vienen indicados en la asignatura de Álgebra Lineal se eligió el método de Eliminación como referencia para esta investigación.

Por otro lado, es importante mencionar que la Universidad no tiene implementado el examen de admisión en ninguna de sus carreras por lo que el nivel académico y socioeconómico que tienen los alumnos de nuevo ingreso es bastante heterogéneo.

Hipótesis

Siendo el Método de Eliminación o Suma y Resta el que tiene mayor presencia en la formación académica de cada alumno por estar integrado en la currícula del Nivel Básico y Medio Superior, se espera que por lo menos un 80% de los alumnos tenga un desempeño satisfactorio en la aplicación de este método y puedan obtener la solución correcta del sistema de ecuaciones lineales proporcionado.

Objetivos

Objetivo General

Analizar las acciones realizadas por cada estudiante del primer cuatrimestre, durante la aplicación del método de Eliminación para resolver un Sistema de 3 ecuaciones lineales con 3 incógnitas.

Objetivos específicos

- Determinar el porcentaje de estudiantes que lograron la meta de obtener la solución al Sistema de ecuaciones lineales planteado en el examen aplicado.
- Verificar las acciones realizadas por los estudiantes, en función de la descomposición genética del Método de Eliminación propuesta.

Marco Teórico

El concepto matemático de interés son los sistemas de ecuaciones lineales (SEL) el cual, junto con algunos de sus métodos de solución se abordan de manera temprana en la formación básica y obligatoria de nuestro sistema educativo, tales temas se localizan en el currículo de educación básica desde 2° año de Secundaria particularmente en el bloque 5 se incluye el tema Resolución de problemas mediante un sistema de ecuaciones (Baltazar, Ruiz Flores, Ojeda A., 2016). Los autores a través del planteamiento de un problema y una secuencia de preguntas enmarcan el camino para construir la ecuación lineal, y para reforzar el tema los autores presentan el concepto de la siguiente manera.

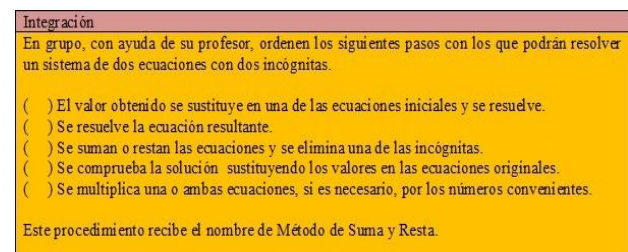


Figura 1 Método de Suma y Resta en Secundaria

En este libro los autores no utilizan el concepto de Ecuaciones Equivalentes lo cual es comprensible porque, en esta etapa de educación básica el alumno más que aprender el método, está “aprehendiendo” el lenguaje matemático o bien el lenguaje algebraico.

En el nivel medio superior hay un reencuentro inmediato con el tema de sistemas de ecuaciones lineales como se pudo verificar en el libro de primer semestre (Nava, A., Vázquez, A., Cuéllar J., Leal M., Rodríguez, S., 2016) que utilizan los estudiantes de preparatoria de la UANL.

En este caso el concepto de ecuación equivalente ya está presente en el discurso matemático en este nivel educativo y los autores incluyen el método gráfico para valorar todas las posibilidades de solución de un sistema de ecuaciones lineales. Estos son los antecedentes académicos del alumno con los cuales se incorpora al nivel Superior que nos compete.

Este trabajo está centrado en el aprendizaje y desempeño del alumno y no precisamente en el proceso de enseñanza aunque para permear en el tema, algunos docentes preservan la enseñanza tradicional por ser el modelo educativo en que fuimos educados y formados la generación de profesionistas egresados en la década de los noventas. En este esquema de trabajo se prioriza la memorización y mecanización de operaciones, es decir “se beneficia el modo aritmético - analítico” (Betancourt, 2009, p. 18) aunque los docentes lo adaptan al modelo basado en Competencias al darle una fuerte carga de ejercicios para que practique el estudiante.

El proceso educativo en la Universidad Tecnológica se sustenta en la libertad de cátedra aunque todo docente ha sido capacitado en el Modelo de Competencias. El docente presenta y desarrolla el discurso educativo según su formación y experiencia. No es obligatorio el uso de algún libro de texto, por lo que el concepto de ecuación equivalente y los principios que las generan son presentados al alumno según la preparación que del tema haya realizado el profesor.

Puesto que el objetivo de un curso de Álgebra Lineal es brindar las herramientas matemáticas necesarias para encontrar la solución de un sistema de ecuaciones lineales surge la inquietud como docente e investigador de evaluar la competencia lograda por el alumno.

Para valorar el desempeño y aprendizaje logrado en los alumnos que participaron en este proyecto se tomó como marco de referencia la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, Esquema) cuyos fundamentos teóricos son descritos en una variedad de artículos en el ámbito de la Matemática Educativa. La elección para este referente se da porque “en la teoría APOE se hace una construcción o modelo para hablar únicamente de la manera en la que se construye o se aprenden conceptos matemáticos, en particular los que corresponden a la matemática que se introduce en la educación superior” (Trigueros, 2005, p. 7).

Fuera del contexto de aplicaciones de sistemas de ecuaciones lineales, esta teoría se enfoca en los conceptos matemáticos que pueden manipularse con operaciones concretas (acciones) que, bajo una secuencia específica dichas acciones conducen a construir un proceso. Cuando el individuo toma el control sobre la acción y la ejecuta para cumplir con una meta entra en la etapa de proceso sobre el concepto matemático en cuestión, lo manipula como objeto y en la interrelación de procesos conduce a un esquema o integración de conocimientos “que están ligadas consciente o inconscientemente en la mente del individuo” (Trigueros, 2005, p. 15).

Siguiendo la línea que establece la teoría APOE se empieza por hacer la descomposición genética del concepto matemático de interés, es decir, la descripción de los aspectos constructivos (acciones y procesos) subyacentes para cada esquema presente.

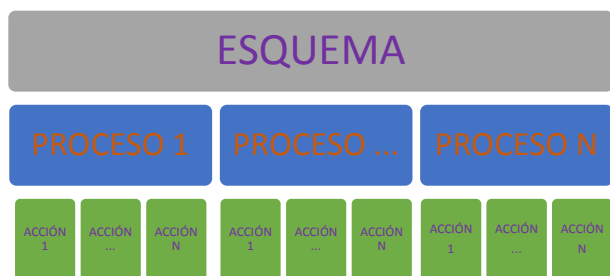


Figura 2 Estructura de Descomposición Genética

Para construir la descomposición genética se requiere precisar que “una acción es una transformación... que se lleva a cabo como una reacción a una indicación que da información precisa sobre los pasos que se van a seguir” (Trigueros, 2005, p. 8).

La descomposición genética que se haga de un concepto matemático no es única o absoluta “pueden coexistir varias descomposiciones genéticas de un mismo concepto” (Trigueros, 2005, p. 8) dependiendo del análisis teórico y la experiencia del docente-investigador.

Para la descomposición genética del Método de Eliminación aplicado a un sistema de 3 ecuaciones lineales con 3 incógnitas se identificaron 4 procesos que se muestran a continuación.

Proceso 1	Acción 1	Seleccionar una incógnita para eliminar.
	Acción 2	Elegir una pareja de ecuaciones de las cuales se eliminará la incógnita seleccionada.
	Acción 3	Seleccionar el número real que multiplicará a cada ecuación para obtener coeficientes iguales y con diferente signo.
	Acción 4	Multiplicar cada elemento de la ecuación por número seleccionado.
	Acción 5	Sumar las ecuaciones lineales.
	Acción 6	Agrupar los términos semejantes (en este paso se elimina la incógnita seleccionada).

Tabla 1

El proceso 2 se distingue porque en este paso se encuentra la solución para alguna de las incógnitas.

Proceso 2	Acción 7	Armar nuevo SISTEMA de ecuaciones lineales REDUCIDO (tiene una incógnita menos).
	Acción 8	Repetir acciones del PROCESO 1.
	Acción 9	Despejar la incógnita resultante.

Tabla 2

Los procesos interactúan o se repiten entre sí.

Proceso 3	Acción 10	Sustituir el valor de la incógnita obtenida en el paso anterior, en cualquiera de las ecuaciones lineales del sistema reducido.
	Acción 11	Despejar el valor de la única incógnita que quedó en el sistema reducido.

Tabla 3

Finalmente se tiene el Proceso que conlleva a obtener la solución del sistema de ecuaciones lineales.

Proceso 4	Acción 12	Trasladarse al sistema de ecuaciones lineales originalmente dado.
	Acción 13	Sustituir los dos valores obtenidos en la ejecución del PROCESO 2 y PROCESO 3.
	Acción 14	Despejar la incógnita restante de la ecuación que se utilizó.
	Acción 15	Verificar que la solución obtenida cumpla con cada ecuación lineal del sistema original.

Tabla 4

La ejecución correcta de cada uno de los procesos conlleva a obtener la solución del Sistema de Ecuaciones Lineales dado. Si el alumno puede ejecutar estos procesos sin importar la incógnita que se le indique eliminar, entonces se puede decir que ha logrado construir el Esquema correspondiente al Método de Eliminación.

Metodología de Investigación

Se trabajó con un grupo del primer cuatrimestre con 27 alumnos. Los alumnos no eran recién egresados del Nivel Medio Superior, algunos cursaron uno o más semestre de otra carrera en alguna institución de educación superior de la UTE o fuera de ella.

El método de enseñanza del docente durante el desarrollo de la asignatura de Álgebra Lineal fue tradicional, el profesor dirigió la sesión justificando las acciones realizadas en cada paso de la construcción de ecuaciones equivalentes, suma de ecuaciones equivalentes y la eliminación de incógnitas. El profesor se encargó de presentar varios ejemplos en pizarrón, un bloque de 3 o 4 ejercicios para aplicar el Método de Eliminación.

Para valorar la ejecución de los alumnos con el Método de Eliminación se diseñó un ejercicio de baja complejidad que se muestra a continuación.

$2x + y - z = -1$
$-3x - y + 2z = -4$
$-2x + y + 2z = 7$

El criterio para considerarlo de esa manera es por la simplicidad de acciones aplicadas en el proceso 1.

Proceso 1	Acción 1	Seleccionar incógnita para eliminar: “y” (más directa).
	Acción 2	Seleccionar Pareja de ecuaciones 1 y 2.
	Acción 3	No requiere seleccionar ningún valor para lograr eliminar “y”
	Acción 4	No es necesario multiplicar las ecuaciones.
	Acción 5	Sumar directamente ecuaciones lineales.
	Acción 6	Agrupar términos semejantes con suma directa de coeficientes

Tabla 5

Básicamente el sistema se reduce a sumar directamente la primera pareja y la segunda para generar un sistema de ecuaciones lineales reducido, debido a que la incógnita y se elimina directamente y por tanto se puede continuar con el Proceso 2, 3 y 4 para encontrar la solución del sistema.

Ahora bien, en la descomposición genética se incluyó la Acción 1 como seleccionar la incógnita a eliminar y por ende, no se descarta que el alumno bien pudo decidirse por eliminar x o bien z pero, finalmente los procesos son los mismos.

El ejercicio anterior se incluyó en el examen que utilizó el profesor del grupo para evaluar la unidad 4: Álgebra Lineal de la asignatura del mismo nombre.

Se estimó que el alumno le conferiría un alto nivel de importancia y se esforzaría por aplicar correctamente el método por formar parte de su evaluación en dicho curso y por haber contado con tiempo para estudiar los temas indicados para dicho examen.

Tipo de Investigación

La investigación es de índole cualitativa desde el momento en que se busca identificar los patrones de comportamiento en el desempeño de los jóvenes estudiantes durante el proceso de ejecución de la prueba; para ello se hizo una revisión de las líneas de investigación en el área de Educación de las Matemáticas que tuvieran afinidad con este trabajo y se encontraron artículos que sustentan sus resultados a la luz de la teoría APOE que han desarrollado y aplicado investigadores como María Trigueros y Asuman Oktaç de trayectoria nacional en el campo de la Matemática Educativa.

Además se buscó cuantificar porcentualmente los resultados obtenidos de acuerdo a las categorías enmarcadas según la descomposición genética presentada.

Metodología de Desarrollo

El examen se aplicó para que el estudiante lo resolviera en una sesión de dos horas – clase de 50 minutos. Se les permitió utilizar calculadora. No se le permitió utilizar apuntes, ni preguntar a compañeros o al profesor.

Para fines de la evaluación de la unidad 4 del Álgebra Lineal, si se utilizaron los 25 puntos señalados en el reactivo del examen pero para fines de esta investigación se escanearon los exámenes de los alumnos para su posterior análisis.

Resultados

A partir de la descomposición genética presentada se verificaron las acciones que realizaron los 27 alumnos del grupo de primer cuatrimestre.

En la siguiente tabla se concentra el número de alumnos que concretaron cada acción y si fallaron en alguna o algunas, se reporta la acción principal que desencadenó fallas en la aplicación del método de Eliminación.

Junio de 2017	PROCESO 1					
MÉTODO DE ELIMINACIÓN	Acción 1	Acción 2	Acción 3	Acción 4	Acción 5	Acción 6
CORRECTO	8	8	8	8	8	8
ERRORES	1	1	1	5	1	4
	7%	7%	7%	33%	7%	27%

Tabla 6 Desempeño en el Proceso 1

La tabla muestra que 8 alumnos aplicaron correctamente las acciones del proceso 1 pero hubo 13 alumnos que mostraron errores en la ejecución de diferentes acciones del Proceso 1 (reducir ecuaciones lineales con 3 incógnitas a una ecuación lineal con 2).

Se reporta además que las acciones 4 y 6 fueron decisivas para concentrar el 60% de fallas en la ejecución del método de Eliminación.

Los alumnos no concretaron la generación de la ecuación lineal equivalente porque les faltó multiplicar algún valor de la ecuación lineal (Acción 4) y esto se puede ver en la siguiente figura.

III. Utilice el Método de Suma y Resta para obtener la solución del Sistema que se proporciona. 25 puntos.

$$\begin{cases} 2x + y - z = -1 \\ -3x - y + 2z = -4 \\ -2x + y + 2z = 7 \end{cases}$$

Handwritten student work showing elimination steps with errors:

$$\begin{aligned} (2) \quad & 4x + 2y - 2z = -1 & -2x - 2z = -7 \\ & -6x - 2y - 4z = -6 & -10x + 8z = 6 \\ & -2x & -2z = -7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \quad & -6x - 2y + 4z = -8 & X = \frac{-10}{-2} = X = 5 \\ & -4x + 2y + 4z = 14 & Z = \frac{+8}{-2} = Z = -4 \\ & -10x & + 8z = 6 \end{aligned}$$

Figura 3 Error al multiplicar la ecuación

Por otro lado la agrupación de términos semejantes etiquetada como Acción 6 fue otro error incidente en este ejercicio y en la figura 3 puede revisarse el desempeño de un alumno que presentó este error.

III. Utilice el Método de Suma y Resta para obtener la solución del Sistema que se proporciona. 25 puntos.

$$\begin{cases} 2x + y - z = -1 \\ -3x - y + 2z = -4 \\ -2x + y + 2z = 7 \end{cases}$$

Handwritten student work showing errors in grouping terms:

$$\begin{aligned} & 2x + y - z = -1 & 2x + \\ & -3x - y + 2z = -4 & -2x + \\ & -2x + y + 2z = 7 & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & 2y + 1 = 6 \\ & y = \frac{6}{3} = 2 = |y = 2| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -3x - 1 + 2z &= -4 (-1) \\ -2x + 1 + 2z &= 7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3x - 1 + 2z &= 4 \\ -2x + 1 + 2z &= 7 \\ 1x + 0 &= 11 \\ x = \frac{11}{1} = 11 & |x = 11| \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2x + 1 + z &= -1 \\ -3x - 1 + 2z &= -4 \\ -5x & 3z = -5 \\ z = \frac{-5}{-2} & \end{aligned}$$

Figura 4 Error al agrupar términos semejantes

La revisión del desempeño de los alumnos también mostró los siguientes resultados en la ejecución de los procesos restantes.

Junio de 2017	PROCESO 2			PROCESO 3		PROCESO 4		
MÉTODO DE ELIMINACIÓN	Acción 7	Acción 8	Acción 9	Acción 10	Acción 11	Acción 12	Acción 13	Acción 14
CORRECTO	8	8	8	8	8	8	8	8
ERRORES		1		1				
		7%		7%				

Tabla 7 Fallas en procesos 2 y 3

Un alumno pudo llegar hasta el sistema de ecuaciones lineales reducido pero no avanzó en el proceso 2 y subsecuentes como lo muestra la figura 4.

III. Utilice el Método de Suma y Resta para obtener la solución del Sistema que se proporciona. 25 puntos.

$$\begin{array}{r} 2x + y - z = -1 \\ -3x - y + 2z = -4 \\ -2x + y + 2z = 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2x + y - z = -1 \\ -3x - y + 2z = -4 \\ -2x + y + 2z = 7 \\ \hline -5x + 4z = 3 \\ -x + z = -5 \\ \hline -6x + 5z = -2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -23 \\ 17 \\ -28 \end{array}$$

Figura 5 Procedimiento incompleto

La siguiente figura corresponde al estudiante que no pudo continuar el problema y se quedó estancado en la Acción 10, es decir, le faltó concretar el proceso 3 y 4 para obtener el valor de las incógnitas faltantes.

III. Utilice el Método de Suma y Resta para obtener la solución del Sistema que se proporciona. 25 puntos.

$$\begin{array}{l} ① \quad 2x + y - z = -1 \quad (3) \\ ② \quad -3x - y + 2z = -4 \quad (2) \\ ③ \quad -2x + y + 2z = 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} y - z = -5 \\ 2y - z = 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} y - z = -11 \quad (-2) \\ 2y - z = 6 \quad (1) \\ \hline -2y - 2z = 22 \\ + 2y - z = 6 \\ \hline -1 - z = 28 \\ z = -28 \end{array}$$

$$2x + 11 - 16 = -1$$

Figura 6 Interrupción en la Acción 10

Finalmente la tabla 2 muestra

MÉTODO DE ELIMINACIÓN		
CORRECTO	8	30%
ERRORES	15	55%
NINGÚN MÉTODO	4	15%

Tabla 8 Resultados globales

Sólo un 30% de los estudiantes pudieron desarrollar correctamente el Método de Eliminación.

La figura 6 permite ver la ejecución correcta y completa de todos los procesos y sus correspondientes acciones en uno de los 7 alumnos, según el esquema previsto por el docente – investigador.

III. Utilice el Método de Suma y Resta para obtener la solución del Sistema que se proporciona. 25 puntos.

$$\begin{array}{r} 2x + y - z = -1 \\ -3x - y + 2z = -4 \\ -2x + y + 2z = 7 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2x + y - z = -1 \\ -3x - y + 2z = -4 \\ -2x + y + 2z = 7 \\ \hline -5x + 4z = 3 \\ -x + z = -5 \\ \hline -6x + 5z = -2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -x + z = -5 \\ -5x + 4z = 3 \\ \hline 5x - 5z = 25 \\ -x + z = -5 \\ \hline -6x + 4z = 20 \\ \hline z = 28 \\ x = -28 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -x + (-28) = -5 \\ -x = -5 + 28 \\ -x = 23 \\ x = -23 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -3(-23) - y + 2(-28) = -4 \\ 69 - y - 56 = -4 \\ -y = -4 + 56 - 69 \\ -y = -17 \\ y = 17 \end{array}$$

Figura 7 Esquema del Método de Eliminación

Anexos

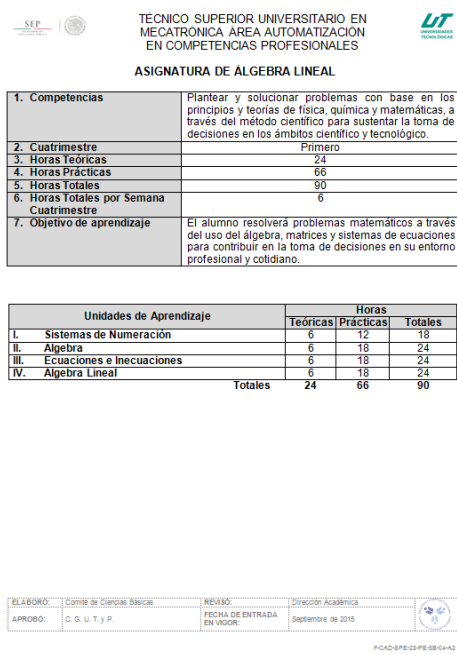


Figura 8

Conclusiones

A pesar de la preparación académica brindada a los jóvenes durante el cuatrimestre en curso y los antecedentes de haber conocido el método con anterioridad, un alto porcentaje de ellos no han podido interrelacionar las acciones necesarias para concretar el proceso y generar el esquema o método de solución.

Apenas el 30% de pudo concretar los procesos para obtener la solución del sistema de ecuaciones lineales y es preocupante que un 70% de los alumnos no haya podido obtener la solución correcta del sistema de ecuaciones lineales porque este porcentaje representa un potencial índice de reprobación en la asignatura de Álgebra Lineal.

La descomposición genética diseñada para este trabajo permitió identificar el conflicto de algunos alumnos en acciones tan básicas como multiplicar con un número real una ecuación dada o bien generar la agrupación de términos semejantes, a pesar de haber repasado y practicado recientemente ese tema.

Si bien hay investigaciones educativas que reportan que “Una persona puede pasar mucho tiempo en etapas intermedias e incluso estar en una etapa de construcción para ciertos aspectos de un concepto y en otra para otros” (Trigueros, 2005, p. 7), es innegable que el proceso educativo debe ajustarse a los tiempo marcados por la institución para evaluar al alumnado.

Por otro lado, esta investigación deja sobre la mesa la problemática de buscar estrategias educativas o situaciones didácticas que permitan ayudar a estos alumnos puntualmente a construir o re-construir su conocimiento entorno al tema.

Una posible línea de trabajo para los docentes del área de Ciencias Básicas es realizar un análisis teórico que apoyados en la teoría APOE permita desarrollar las descomposiciones genéticas en los conceptos fundamentales en que fallaron, como la generación de ecuaciones equivalentes o agrupación de términos semejantes.

El ámbito educativo es un campo fértil para las investigaciones del proceso de construcción de conceptos como en la didáctica de las Matemáticas en cualquier nivel educativo como lo evidencian López y Ursini (2007) en nuestro país.

Referencias

- Baldor, Aurelio. (2011). ALGEBRA BALDOR. Grupo Editorial Patria. Cuarta Reimpresión, pp. 296, 335.
- Baltazar V, Carlos, Ruiz Flores G, Eric., Ojeda A, Luis Fernando. (2016). *Matemáticas 2*. Tercera Reimpresión. Ediciones Castillo, S. A. de C. V. pp. 220 – 230.
- Betancourt González, Yani. (2009). Ambiente Computacional para apoyar la enseñanza de la resolución de sistemas de ecuaciones lineales en la educación superior. *Tesis de Maestría en Matemática Educativa*. México, Distrito Federal. Recuperado en http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire/master-betancourt.
- Brousseau, G. (2000). Educación y Didáctica de las Matemáticas. *Educación Matemática*. Vol. 12 (1), pp. 5-38. México, Editorial Iberoamérica. Recuperado de <http://www.revista-educacion-matematica.org.mx/descargas/Vol12/1/03Brousseau.pdf>.
- González H., y José, G. (2017). Implementación de circuitos eléctricos para facilitar el aprendizaje de sistemas algebraicos lineales. *Revista Iberoamericana para la Investigación y Desarrollo Educativo*. Vol. 7. No. 14. DOI: <http://dx.doi.org/10.23913/ride.v7i14.272>.
- Kolman, Bernard., Hill Espinosa, Fernando., Sullivan, Michael., Thomas, George B. Jr. (2007). Álgebra para Ingeniería. *Editorial Pearson*. pp. 99 – 219.
- Lehman, Charles. (2009). *ÁLGEBRA*. Editorial Limusa., pp. 337 – 371.
- López P, Andrea., y Ursini, Sonia. (2007). Investigación en educación matemática y sus fundamentos filosóficos. *Educación Matemática*. Vol. 19. (3), pp. 91 – 113. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40511587005>.
- Nava, Alejandro., Vázquez, Alma, Cuéllar Juan, Leal Mario, Rodríguez, Salvador. (2016). *Matemáticas I*. Tercera Reimpresión. Ediciones de Laurel, S. A. de C. V. Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 175 – 206.
- Roa-Fuentes, Solange, Oktaç Asuman. (2010). Construcción de una Descomposición Genética: Análisis Teórico del Concepto Transformación Lineal. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol. 13 (1), pp. 89 – 112. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/relime.htm>
- Rodríguez J, Miguel., Parraguez G, Marcela. (2013). Una Descomposición Genética Teórica para el Concepto Espacio Vectorial R^2 . *Actas del VII CIBEM*, pp. 1985 – 1992. Recuperado de <http://cibem7.semur.edu.uy/7/actas/pdfs/495.pdf>.
- Romo, Avenilde., Oktaç, Asuman. (2007). Herramienta metodológica para el análisis de los conceptos matemáticos en el ejercicio de la ingeniería. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol. 10 (1), pp. 117 - 143. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/relime.htm>.
- Segura de Herrero, Sandra Mabel. (2004). Sistemas de Ecuaciones Lineales: Una Secuencia Didáctica. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*. Vol.

7 (1), pp. 49 – 78. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/relime.htm>.

Trejo Trejo, Elia., Camarena Gallardo, Patricia. (2011). Análisis cognitivo de situaciones problema con sistemas de ecuaciones algebraicas en el contexto del balance de materia. *Educación Matemática. Vol. 23(2)*, pp. 65 – 90. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40521146004>.

Trigueros, María. (2005). La noción de esquema en la investigación en matemática educativa en nivel superior. *Educación Matemática. Vol. 17 (1)*, pp. 5 – 31. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40517101>.

Trigueros, Maria, Oktaç, Asuman. (2010). ¿Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal?. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa. Vol. 13 (4-II)*, pp. 373 – 385. Recuperado de <http://www.clame.org.mx/relime.htm>.