

Trayectorias diferenciadas por estilos de aprendizajes mediadas por un entorno e-learning

A e-learning environment for different paths based in learning styles

Adriana Rosa Schilardi^a, Sandra Mabel Segura^b, Oscar Alfredo León^c

^aMagister en Enseñanza de las Ciencias con mención en didáctica de la matemática, aschilardi@frm.utn.edu.ar Universidad Tecnológica Nacional, ORCID: 0000-0003-3778-2803. Mendoza, Argentina.

^bMagister en Enseñanza de las Ciencias con mención en didáctica de la matemática, ssegura@frm.utn.edu.ar, Facultad Regional Mendoza-Universidad Tecnológica Nacional, ORCID: 0000-0003-3778-2803. Rodríguez 273-Mendoza-Argentina.

^cMagister en Docencia Universitaria, oleon@frm.utn.edu.ar, Facultad Regional Mendoza-Universidad Tecnológica Nacional, ORCID: 0000 0002 5977, Godoy Cruz-Argentina.

Forma de citar: Schilardi, A.R., Segura, S.M., León, O.A. Trayectorias diferenciadas por estilos de aprendizajes mediadas por un entorno e-learning. *Eco Matemático*, 9(1), 82-91

Recibido: Mayo 10 de 2017

Aceptado: Octubre 01 de 2017

Palabras clave

Enseñanza,
estilos de aprendizaje,
álgebra

Resumen: El propósito de esta investigación fue identificar las diferencias entre las tareas propuestas a los alumnos según sus diferentes estilos de aprendizaje. Para ello se propusieron diferentes trayectorias según estos estilos. La experiencia se aplicó a la enseñanza del álgebra en un ambiente de e-learning, a fin de comparar los resultados obtenidos en los test implementados. Para ello se definió una red semántica con el contenido disciplinar a enseñar, vinculando sus nodos a secuencias didácticas adecuadas al estilo de aprendizaje de los estudiantes. Luego se implementó un sistema basado en un ambiente multimedia adaptativo, para soportar el proceso de enseñanza. Esto permitió generar perfiles y modelos de datos que posibilitaron registrar la evolución del proceso de aprendizaje. Finalmente se comentan algunas conclusiones obtenidas a partir de las respuestas de los alumnos.

Keywords

teaching,
learning styles,
algebra

Abstract: The goal of this research was to analyze the outcomes about the use of different activities designed according to the learning styles of the students. For that reason different learning pathways were set up. The experience was applied for teaching algebra in an e-learning environment to compare the outcomes from the activities and tests used. A semantic network was designed with the knowledge to teach, where the nodes were linked to didactic sequences according the learning styles. Later, an multimedia “adaptative” environment was configured for supporting the teaching process. Different profiles and data models were used to collect information for getting records about the learning process of students. Finally, some conclusions are commented.

* Autor para correspondencia: aschilardi@frm.utn.edu.ar

1. Introducción

En la educación tradicional de la geometría frecuentemente nos hemos encontrado con dificultades como la falta de dinamismo, la imposibilidad de poder manipular los conceptos, la falta de recursos para que el alumno visualice situaciones en el espacio.

Otra de las dificultades con que se encuentran los alumnos en la enseñanza tradicional, es el impedimento que tiene el docente de impartir una clase para todos los distintos estilos de aprendizaje que poseen los alumnos.

Es por esto que consideramos que el análisis de los estilos de aprendizaje de los alumnos resulta de vital importancia en el momento de diseñar estrategias de enseñanza en las matemáticas. Esto puede ofrecer grandes posibilidades de conseguir un aprendizaje más efectivo utilizando métodos adecuados a la forma en que aprenden mejor nuestros estudiantes.

Atendiendo a esta inquietud es que se ha trabajado en un proyecto de investigación acerca de la enseñanza del álgebra en ambientes de e-learning según los estilos de aprendizaje descritos en el modelo de Felder.

Para el estudio se utilizó unos de los modelos más conocidos para evaluar de estilos de aprendizaje, que es el propuesto por Felder & Silverman (Felder, 2002), el cual entiende al aprendizaje como un proceso que implica recepción y procesamiento de la información. Para esto, los autores proponen evaluar el grado de preferencia de los estudiantes, segmentado en cuatro ejes de evaluación: a) Sensorial/Intuitivo que se refiere a la forma de información. b) Visual/Verbal que considera el tipo de entrada. c) Activo/Reflexivo que abarca las formas de procesar la información. d) Global/Secuencial que implica los modos de comprender la información. La herramienta de diagnóstico consiste en 44 preguntas, divididas a razón de 11 por eje, con dos opciones de respuesta

cada una. Esto hace que la evaluación se realice en base a 88 opciones posibles de respuestas, las cuales determinan las preferencias.

La obtención de los datos relacionados al estilo de aprendizaje de los alumnos, forma parte de la primera etapa de este proyecto y es uno de los elementos que determinaron el comportamiento del entorno de enseñanza adaptativo para la enseñanza del álgebra, basado en la plataforma Moodle implementada. El test de Felder-Silverman acerca de los estilos de aprendizaje fue realizado a través de la plataforma virtual por un grupo de 77 alumnos que cursan la asignatura de álgebra y geometría analítica en el primer semestre de primer año de ingeniería del año 2013.

Luego de recolectar los datos, los mismos se tabularon teniendo en cuenta los cuatro mencionados ejes de evaluación y que cada alumno combina de manera determinada ciertas preferencias y habilidades que dan como resultado un estilo de aprendizaje específico o una composición de ellos.

En la siguiente tabla se identifican los principales aspectos del enfoque que propone Felder (Tabla 1).

Tabla I. CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTILOS DE APRENDIZAJE

| Estilo | Características del estilo de aprendizaje | Características del estilo de enseñanza |
|------------------|---|---|
| Reflexivo | Trabajo individual, analizando y reflexionando sobre un tema. | Material individual y actividades que lo ayuden a reflexionar. |
| Activo | Hacer algo concreto como discutir un tema, aplicarlo o explicarlo a otros. Aprenden por ensayo y error. | Actividades para construcción de conceptos en forma grupal. |
| Sensitivo | Concretos y prácticos. Prefieren hechos y procedimientos y resolver problemas con métodos bien establecidos. Tienden a ser pacientes con los detalles. Prefieren los trabajos prácticos. Memorizan hechos con facilidad. No les gusta que no haya conexión con la realidad. | Presentación del material a través de objetos virtuales de aprendizaje; principalmente basados en material multimedia (imágenes, gráficos, animaciones, sonido, hipertexto) y simulaciones, a partir de situaciones vinculadas con la realidad. El proceso debe presentar secuencias bien definidas de los conceptos en cada tema y sus interrelaciones con los otros, con la información organizada inductivamente, a partir de hechos y observaciones que permitan inferir deductivamente los principios intervinientes y luego deducir las consecuencias y aplicaciones |

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos al aplicar el test de Felder, muestran que los encuestados, presentan una ligera preferencia hacia las formas de aprendizaje activo y secuencial. Y preferencias más marcadas hacia los estilos visual y sensitivo. Al probar mediante Pruebas t^2 , si se observan diferencias estadísticamente significativas entre la cantidad de respuestas medias dadas por los 77 alumnos acerca de los distintos estilos de aprendizaje de un mismo eje de evaluación, se puede afirmar que las mismas existen. Con un nivel de significancia de 0.01, se puede decir que la diferencia media de las respuestas dadas por los alumnos es mayor para el estilo de aprendizaje Activo que para el Reflexivo, por lo cual se puede decir que el estilo predominante en este grupo es el Activo. En cuanto al eje de evaluación Sensitivo/Intuitivo, se puede decir que la forma de aprendizaje predominante en estos estudiantes es la Sensitiva. El estilo de aprendizaje Visual es el predominante en este grupo de alumnos. En cuanto a la significancia de las diferencias medias de las respuestas brindadas por los alumnos para el eje de evaluación Secuencial/Global, se puede decir que el estilo predominante es el Secuencial.

2. Materiales y métodos

En este proyecto se han identificado las diferencias entre el modelo de enseñanza aplicado y el proceso de aprendizaje realizado por los alumnos de primer año de ingeniería de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina. Para ello se definió una red semántica con el contenido disciplinar a enseñar, que en este caso fue el de recta en R^3 vinculando sus nodos a las secuencias didácticas correspondientes, adecuadas al estilo de aprendizaje de los alumnos. Para ello se realizó la transposición del contenido disciplinar desarrollado en la asignatura de Álgebra y Geometría Analítica, en términos de la teoría didáctica para la enseñanza de la matemática denominada APOE. Esta teoría surge como reformulación de las ideas de Jean Piaget y cuya intención es mejorar la enseñanza y por ende el aprendizaje de la Matemática, interesándose por investigar de qué manera los estudiantes construyen un concepto matemático determinado y en reconocer las dificultades asociadas con ello. La teoría describe cómo el estudiante construye el conocimiento que le permite aprender los

conceptos matemáticos, analiza cómo se movilizan las estructuras mentales con el objeto de construir el conocimiento de conceptos matemáticos mediante una abstracción reflexiva, es decir que a través de acciones sobre un objeto, permite inferir sus propiedades o las relaciones entre los objetos, permitiendo la interiorización de las acciones y su utilización en niveles superiores del pensamiento (Dubinsky, 1991a, 1991b). Dichas estructuras son: Acción, Proceso, Objeto y Esquema.

La Teoría APOE parte de un análisis de los conceptos que el estudiante debe tener para realizar las construcciones cognitivas necesarias para su aprendizaje, llamado Descomposición Genética. Una Descomposición Genética (DG) se elabora en base de la experiencia en aula de los investigadores y se mejora y reacondiciona a través de la investigación que se realiza. Lo fundamental de una DG es que “sea un instrumento que dé cuenta del comportamiento observable de un individuo” (Trigueros, 2005). Consiste en un análisis de los conceptos matemáticos en el que se tiene en cuenta las construcciones del conocimiento que se necesita para su aprendizaje y estas construcciones se logran a través de las concepciones acción-proceso-objeto-esquema de las que se ha mencionado. En la descomposición genética para el aprendizaje del concepto de “Rectas en el espacio”, se considera que el alumno:

Debería estar en una concepción de proceso para sistemas de ecuaciones lineales. Es decir, el alumno debería ser capaz de resolver sistemas por escalonamiento, involucrando el Teorema Roché-Frobenius; interpretar el conjunto solución de un sistema con tres variables y distinguir entre sistemas homogéneos y no homogéneos.

Debería estar en una concepción de Proceso para vectores (incluyendo operatoria). Es decir, el alumno debería ser capaz de determinar componentes, norma y cosenos directores de vectores en \mathbb{R}^3 ; determinar el ángulo y distancia entre vectores; interpretar

gráfica y analíticamente condiciones de paralelismo y perpendicularidad entre vectores; interpretar gráfica y analíticamente versores.

Debería realizar acciones sobre la ecuación vectorial de una recta. Es decir, el alumno debería ser capaz de determinar la ecuación vectorial de una recta dados un punto y una dirección no nula; determinar si un punto dado pertenece a una recta o no; reconocer si una recta pasa por el origen o no.

Debería realizar acciones sobre la ecuación cartesiana paramétrica de una recta. Es decir, el alumno debería ser capaz de determinar la ecuación cartesiana paramétrica de una recta dados un punto y una dirección no nula; determinar si un punto dado pertenece a una recta o no; reconocer si una recta pasa por el origen o no.

Debería realizar acciones sobre la ecuación simétrica de una recta. Es decir, el alumno debería ser capaz de determinar la ecuación cartesiana paramétrica de una recta dados un punto y una dirección no nula; determinar si un punto dado pertenece a una recta o no; reconocer si una recta pasa por el origen o no.

Debería poder iterar con las acciones sobre las diferentes ecuaciones, reflexionando para interiorizarlas en un proceso. Es decir, el alumno debería ser capaz de determinar rectas dadas por dos puntos; determinar si un punto dado pertenece a una recta o no; determinar puntos pertenecientes a la recta y no pertenecientes a la recta; determinar rectas que pasen por un punto y sean paralelas a otra recta dada; determinar rectas que pasen por un punto y sean perpendiculares a otra recta dada.

Debería encapsular este proceso en un objeto (mediante la abstracción reflexiva). Es decir, el alumno debería ser capaz de

determinar si una recta es subespacio o no de R^3 ; determinar si un conjunto de vectores genera a una recta o no; determinar si dado un conjunto de vectores pertenecientes a una recta que pasa por el origen son linealmente dependientes o independientes; determinar una base de una recta que sea espacio vectorial; interpretar la recta como lugar geométrico en el espacio.

Se construye un esquema, cuando se relaciona estas acciones, procesos y objetos, que si la relación es coherente, este esquema es un nuevo objeto para ser utilizado en la resolución de una problemática novedosa.

La Descomposición Genética, se puede esquematizar según se muestra en la siguiente figura (Figura 1).

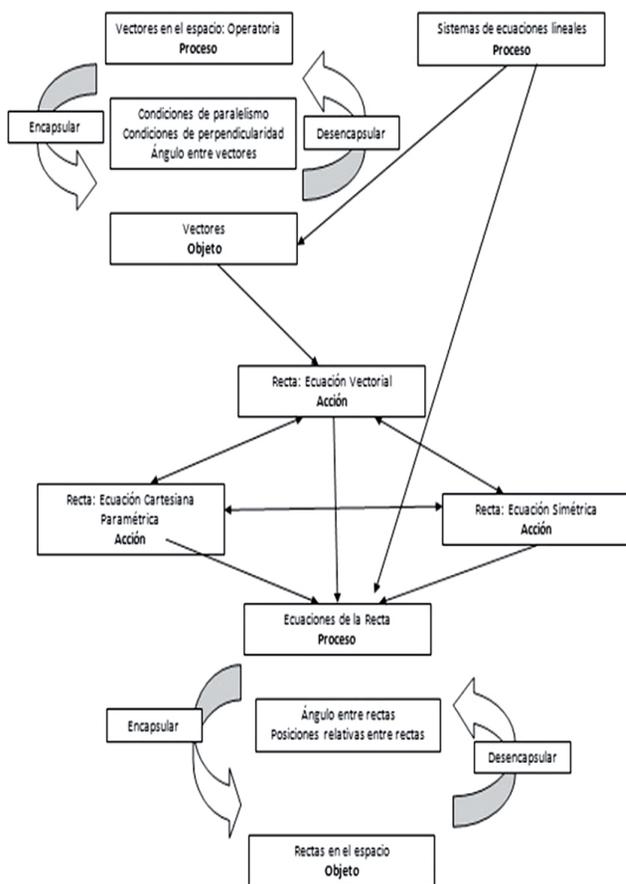


Figura 1. Descomposición genética del concepto de Recta en el espacio. Fuente: elaboración propia

A partir del modelo de la red semántica de conceptos obtenida (Segura et al., 2014), se planteó un esquema de red de actividades adaptativas en base a dos parámetros, el desempeño de los estudiantes y sus estilos de aprendizaje (León et al., 2014).

En dicha red el paso entre nodos está basado en el rendimiento de los estudiantes que, a su vez, tendrá sus variaciones según el estilo de aprendizaje de los mismos. Como el modelo que se plantea contiene actividades diferentes para los distintos estilos de aprendizaje, se prevé que, antes de acceder al material, se hará el correspondiente test para ubicar al alumno según su estilo de aprendizaje.

A partir de esto, se desarrolló un conjunto de algoritmos procesadores de la red semántica, para evaluar en cada nodo el estado del alumno según un registro de la evolución de su proceso de aprendizaje, a fin de recuperar de un repositorio, la secuencia didáctica adecuada a su perfil.

Para soportar el proceso de enseñanza se implementó un sistema basado en un ambiente multimedia adaptativo, el cual se ajustó a la secuencia de enseñanza según la evolución de dicho proceso, y el estilo de aprendizaje de los alumnos. Para esto se utilizó una herramienta denominada LAMS (Learning Activity Management System, <https://www.lamsinternational.com>), en la cual una “lección” es una secuencia, donde se pueden diseñar caminos alternativos para cada alumno o grupo de alumnos, creando diferentes direcciones para un diseño de aprendizaje, en función por ejemplo, de los resultados de las actividades previas o de los estilos de aprendizaje que presentan los alumnos. Esta herramienta provee un tipo de componente que permite establecer puntos de bifurcación, dentro de una secuencia didáctica.

En estas lecciones implementadas, el aspecto secuencial, quedó plasmado a través de la incorporación en la red de actividades progresivamente más complejas, planteado en

una secuencia de etapas claramente definidas. El Visual se instrumentó por medio del uso de videos y simulaciones, elaboradas para presentar los aspectos conceptuales del tema. El Sensorial, mediante la propuesta de actividades concretas, basadas en problemas o situaciones tangibles y no abstractas. Para el par Activo/Reflexivo, se propusieron foros de discusión para procurar incentivar la participación, discusión e intercambio, en tanto que para los reflexivos se les presentaron actividades de indagación y elaboración, a fin de motivar la reflexión.

Respecto al contenido a enseñar, se seleccionó el concepto de recta en \mathbb{R}^3 desde el álgebra y la geometría analítica dado que presenta una mayor transversalidad con otras asignaturas como, por ejemplo, el análisis matemático.

De este concepto podemos encontrar distintas definiciones. Desde una de las más antiguas, la de Euclides, que en su primer libro define a la recta como: “Una línea recta es aquella que yace por igual respecto de los puntos que están en ella”. (D.E.Joyce, 2016), hasta otras como las que la relacionan con la ecuación lineal definiéndola como: “una ecuación lineal o de primer grado en dos variables” (Kindle, 1977). Otro autor que enuncia una definición es Apóstol (Apostol, 1984) diciendo que: “Sea P un punto dado y A un vector no nulo dado. El conjunto de todos los puntos de la forma $P+t.A$, en donde t recorre todos los números reales, es una recta que pasa por P y es paralela a A ”.

De la bibliografía que se encuentra en los distintos programas de la asignatura álgebra y geometría analítica, trabajan con el concepto de recta sin definirla, (Kolman, 1999), (Grossman, 2004) (Anton, 1998). En estos textos se deducen las distintas ecuaciones de la recta, paramétrica y simétrica, partiendo de la ecuación vectorial. Si bien la expresión de la ecuación vectorial que se usa corresponde a la definición dada por Apostol, en estos últimos no aparece como definición.

3. Resultados y discusión

Ecuación vectorial de la recta

En el modelo propuesto, los alumnos respondieron una serie de test. Los dos primeros tenían como objetivo indagar los conocimientos previos referidos a sistemas de ecuaciones y vectores en el plano y en el espacio. Luego respondieron un test denominado “test 0”. Este test se respondía después de analizar lo presentado a través de una simulación de Geogebra en la que se propiciaba la visualización del producto de un escalar por un vector.

Después de haber respondido correctamente el test anterior, debieron responder el “test 1” donde se afianzaban los conceptos de: producto de un escalar por un vector y ecuaciones vectoriales. A continuación, en el “test 2” se propusieron ítems relacionados con la ecuación vectorial de una recta. El “test 3” se relacionaba con las ecuaciones vectorial, paramétrica y simétrica de la recta. Como último, en el “test general” se integraban todos los conceptos y procedimientos asociados al tema en cuestión.

Como se dijo en el párrafo anterior, en el test 2 los alumnos resolvieron ejercicios referidos a la ecuación vectorial de la recta. El test constaba de 10 ejercicios, entre los cuales había algunos aleatorios y otros obligatorios (lo resolvieron todos los alumnos). Uno de los obligatorios fue el ejercicio 2.f (Figura 2).

Este test lo resolvieron después que han visitado páginas web donde se les mostraba en forma gráfica, el proceso de multiplicar escalares por vectores, a través de la interacción con un simulador como también, analizar un video donde se muestra con una simulación de Geogebra, cómo se obtiene la ecuación vectorial de la recta a partir de dibujar el vector OP como suma de OP_0 y λu .

| | |
|---|--|
| <p>2.a</p> <p>La ecuación vectorial de la recta que contiene al punto $P(1;1;2)$ y cuya dirección es el vector $u=(1;-2;4)$ es:</p> <p>Choose one of the following answers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $(x;y;z) = k(1;-2;4) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (1;1;2) + k(1;-2;4) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (1;-2;4) + k(1;1;2) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> Ninguna de las otras opciones | <p>2.d</p> <p>La ecuación vectorial de la recta que pasa por el origen y tiene como vector director $u=(1;-2;4)$ es:</p> <p>Choose one of the following answers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $(x;y;z) = (1;1;2) + k(1;-2;4) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (1;1;2) + k(0;0;0) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = k(1;-2;4) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (0;0;0)$ <input type="radio"/> Ninguna de las otras opciones |
| <p>2.f</p> <p>En general, la ecuación vectorial de la recta que contiene al punto $P(a;b;c)$ y cuyo vector director es $u=(a;b;c)$ es:</p> <p>Choose one of the following answers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $(x;y;z) = (x;y;z) + k(a;b;c) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (a;b;c) + k(a;b;c) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (a;b;c) + k(x;y;z) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (a;b;c) + k(a;b;c) \quad k \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> Ninguna de las otras opciones | <p>G.1</p> <p>Una ecuación de la recta paralela a la recta de ecuación $(x;y;z) = (2; -1;3) + \lambda (3;4; -1)$ con $\lambda \in \mathbb{R}$ y que pasa por $(3;4;-1)$ es:</p> <p>Choose one of the following answers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $(x;y;z) = (2;-1;3) + \lambda (3;4;-1) \quad \lambda \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (3;4;-1) + \lambda (2;-1;3) \quad \lambda \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> $(x;y;z) = (3;4;-1) + \lambda (1;-2;4) \quad \lambda \in \mathbb{R}$ <input type="radio"/> Ninguna de las otras opciones |
| <p>G.15</p> <p>La recta de ecuación $(x;y;z) = (-2;-6;-2) + \lambda(1;1;1) \quad \lambda \in \mathbb{R}$ pasa por el origen.</p> <p>Answer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> True <input type="radio"/> False | |

Figura 2. Ejercicios de ecuación vectorial de la recta. Fuente: elaboración propia.

Ecuación paramétrica de la recta

Otro de los ejercicios obligatorios (que resolvieron todos los alumnos) del test 2, es el test

2.m (Figura 3), referido a ecuaciones paramétricas de la recta.

| | |
|--|---|
| <p>2.m</p> <p>En general, la ecuación cartesiana paramétrica de la recta que pasa por el punto $P(x_0;y_0;z_0)$ y cuya dirección es $u=(a;b;c)$ es:</p> <p>Choose one of the following answers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $\begin{cases} x = x_0 + ka \\ y = y_0 + kb \\ z = z_0 + kc \end{cases}$ <input type="radio"/> $\begin{cases} x = a + kx_0 \\ y = b + ky_0 \\ z = c + kz_0 \end{cases}$ <input type="radio"/> Ninguna de las otras opciones | <p>2.j</p> <p>Si la ecuación vectorial de una recta es: $(x;y;z) = (1;0;-3) + k(7;2;1), k \in \mathbb{R}$, entonces la ecuación cartesiana paramétrica de dicha recta es:</p> <p>Choose one of the following answers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> $\begin{cases} x = 7 + k \\ y = 2 \\ z = 1 - 3k \end{cases}$ <input type="radio"/> $\begin{cases} x = 1 - 3k \\ y = 2k \\ z = -3 + k \end{cases}$ <input type="radio"/> Ninguna de las otras opciones |
| <p>G.16</p> <p>El vector director de la recta de ecuación $\begin{cases} x = 2 + 3\lambda \\ y = 1 - 2\lambda \\ z = 7 + 5\lambda \end{cases} \quad \lambda \in \mathbb{R}$</p> <p>Se puede representar por $(-6;4;10)$</p> <p>Answer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> True <input type="radio"/> False | |

Figura 3. Ejercicios de ecuación paramétrica de la recta Fuente: elaboración propia

Ecuación simétrica de la recta

El test 3 agrupa ejercicios referidos a ecuación simétrica de la recta. (Figura 4)

3.a
La ecuación cartesiana paramétrica de la recta r_1 es:

$$\begin{cases} x = x_0 + k \\ y = y_0 + kb \\ z = z_0 + kc \end{cases}$$

Siendo (x_0, y_0, z_0) las coordenadas de un punto P_0 conocido, k un valor real llamado parámetro y (a, b, c) las componentes del vector director de la recta r_1 , entonces:

Choose one of the following answers.

- $\begin{cases} x = x_0 = k \\ y = y_0 = k \\ z = z_0 = k \end{cases}$
- $\begin{cases} x = x_0 = k \cdot a \\ y = y_0 = k \cdot b \\ z = z_0 = k \cdot c \end{cases}$
- $\begin{cases} x = x_0 = a \\ y = y_0 = b \\ z = z_0 = c \end{cases}$
- Ninguna de las otras opciones

3.q
Dada la ecuación simétrica de una recta $\frac{x-1}{2} = \frac{y+3}{-3} = \frac{z-5}{2}$

Entonces su ecuación vectorial es:

Choose one of the following answers.

- $\vec{OP} = (-1; 3; -5) + k(2; 3; 2) \quad k \in \mathbb{R}$
- $\vec{OP} = (1; -3; 5) + k(2; 3; 2) \quad k \in \mathbb{R}$
- $\vec{OP} = (-1; 3; -5) + k(2; -3; 2) \quad k \in \mathbb{R}$
- Ninguna de las otras opciones

3.r
Dada la ecuación simétrica de una recta $\frac{x+2}{3} = \frac{y}{2} = \frac{z-3}{4}$

Entonces su ecuación cartesiana paramétrica es:

Choose one of the following answers.

- $\begin{cases} x = 3 - 2k \\ y = 2 \\ z = 4 + 3k \end{cases} \quad k \in \mathbb{R}$
- $\begin{cases} x = -2 + 3k \\ y = 2k \\ z = 3 + 4k \end{cases} \quad k \in \mathbb{R}$
- $\begin{cases} x = 2 + 3k \\ y = 2k \\ z = 3 + 4k \end{cases} \quad k \in \mathbb{R}$
- Ninguna de las otras opciones

3.l
Si la ecuación simétrica de una recta es: $\frac{x+4}{t} = \frac{y-r}{4} = \frac{z-j}{d}$, contiene al punto $P(-4, r, j)$ y el vector director es $u=(t, 4, d)$

Answer:

- True
- False

Figura 4. Ejercicios de ecuación simétrica de la recta
Fuente: elaboración propia

La siguiente tabla (Tabla 2) muestra los resultados del análisis efectuado según las respuestas de los alumnos a los test propuestos.

Tabla II. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS TEST DE RECTA EN \mathbb{R}^3

| Contenidos e ítems | Bien | Mal | B y M |
|--|---|---|-------|
| Ecuaciones paramétricas ítem 2f (construir ecuación paramétrica) | Ítem G.1 (ec. paramétrica paralela) 13% (50% de activos y 50% de reflexivos) | 33% (100% de activos) | 54%. |
| Ecuación general ítem 2m (identificar ecuac. cartesiana) | Ítem G.15 (ver si pasa por punto) 47% (65% activos y 35% reflexivos) | 8% (100% de activos) | 45%. |
| | Ítem G.2.1 (dada la ecuac. vectorial, obtener cartesiana) 78% (55% reflexivos y 45% activos) | 7% (100% activos), | 15% |
| | Ítem G.16 (identificar el vector director en la ec. cartesiana) 42 % (57% activos y 43% reflexivos) | 5% resuelve mal ambos ejercicios (100% activos) | 53 % |
| Ecuac. simétrica Ítem 3a (pasar de ecuac. cartesiana a vectorial y simétrica; despejar k.) | Ítem 3.q (pasar ec. simétrica a vectorial) 29% (40% reflexivos y 60% activos) | 12% (100% activos) | 59% |
| | Ítem 3.r (ec. simétrica a paramétrica) 50% (43% reflexivo y 57% activos) | 14% (100% activos) | 36% |
| | Ítem 3.l (identificar punto y vector en ec. simétrica) 73% (36% reflexivos y 64% activos) | | 27% |
| Tiempo utilizado | Test 2: 29% menos de 10 min. Test 3: 21% menos de 10 min. Test G: 32% menos de 10 minutos | | |

4. Conclusiones

En este trabajo se analizan algunos resultados del proyecto que tuvo como objetivos crear un sistema basado en tecnología de e-learning, que permitiera establecer una secuencia adaptable a determinadas características de los estudiantes y posteriormente, realizar un estudio experimental para evaluar los aportes de este tipo de sistemas.

Para implementar el modelo, se realizó la transposición de un contenido disciplinar de Álgebra y Geometría Analítica (rectas en el espacio), en términos de la teoría didáctica para la enseñanza de la matemática denominada APOE. A partir del modelo de red semántica de conceptos obtenida se planteó un esquema de red de actividades adaptativas en base a dos parámetros, el desempeño de los estudiantes y sus estilos de aprendizaje.

De los resultados de los ítems de los test analizados, y considerando que los alumnos que resolvieron mal los dos ítems comparados en cada situación, son alumnos que luego dejaron sin resolver el resto de las actividades, es que se podría inferir que las trayectorias diagramadas para cada estilo de aprendizaje considerado (activo/reflexivo; visual y sensitivo) son coherentes, ya que no se observa diferencia en los resultados obtenidos, independientemente de la trayectoria realizada por los estudiantes según su estilo de aprendizaje.

Además, considerando que se realizó un juicio de expertos en donde los expertos se demoraron en promedio 20 minutos en realizar cada uno de los test, es que se considera que un porcentaje importante de alumnos no le dedicó el tiempo necesario para pensar y resolver los ítems correspondientes a cada uno de los test presentados.

Por otro lado, se observa también un bajo compromiso de parte de los estudiantes para realizar tareas que impliquen “hacer matemática”, en vez de reproducir lo dado en clases expositivas. Se estima que esto puede deberse, por un lado a

que la actividad propuesta no tenía gran incidencia en la aprobación de la asignatura, y por otro, a que los jóvenes de primer año, todavía no toman conciencia de lo que implica hacerse cargo de su propio aprendizaje. Estos son aspectos a mejorar en futuros trabajos, que involucren estilos de aprendizaje y tecnología e-learning.

5. Referencias

- Anton, H. (1998). *Introducción al álgebra lineal*. México: Limusa.
- Apostol, T. (1984). *Cálculus*. España: Reverté.
- Dubinsky, E. (1991). *Constructive aspects of reflective abstraction in advanced*. Nueva York, EEUU: Springer-Verlag.
- Felder, R. (2002). Learning and Teaching Styles In Engineering Education, 78(7), 674-681.
- Grossman, S. (2004). *Algebra Lineal*. México: Mc Graw Hill.
- Joyce, D.E (2016). *Euclides*. Barcelona España . Setx Barral. Recuperado de http://www.euclides.org/menu/elements_esp/01/definicioneslibro1.htm.
- Kolman, B. (1999). *Algebra Lineal con aplicaciones y Matlab*. México: Prentice Hall.
- León, O., Monetti, J., Schilardi, A., Segura, S., Rossi, L. (2014). Estilos de aprendizaje y enseñanza de la matemática en ingeniería. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. ISBN: 10-84- 7666-210-6, 13-978-84-7666-210-6. Buenos Aires.
- Segura, S., Schilardi, A., León, O., Andía, S., Cívico, C., y Repetto, L. (2014). Análisis de un Concepto de la Geometría Analítica Según la Teoría APOE. *Actas del XVIII EMCI Nacional y X Internacional*. ISBN:

978-987-544-564-2. Facultad de Ingeniería
de la Universidad de Mar del Plata.

Trigueros, M. (2005). La noción de esquema en
la investigación en Matemática Educativa
a nivel superior. *Educación Matemática-
Santillana*, 17(1), 5-31.