

Entornos Virtuales De Aprendizaje En Matemáticas Como Escenario Para La Enseñanza De Función Lineal

Yilber Lozada Bernal

Magíster en Educación en Tecnología
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
yilobe128@gmail.com

Fecha de recepción del artículo: (15 marzo 2023); Aceptado: (25 abril 2023)

Resumen

Este escrito quiere mostrar desde la experiencia de aula, cómo el uso de un entorno virtual de aprendizaje (EVA) media procesos de enseñanza, de tal manera, que les permiten a estudiantes de octavo grado avanzar en la comprensión del concepto de función lineal como modelo de fenómenos de variación constante, se hace énfasis en el uso de simuladores y situaciones problema como recursos educativos para fortalecer el conocimiento de los estudiantes. La experiencia se desarrolló con estudiantes de grado octavo de la institución educativa colegio el Nogal IED de Bogotá. Se hizo revisión de la literatura en dos referentes, el primero, de las acciones mentales de razonamiento covariacional (Carlson, et al., 2003), en los que se encuentran cinco niveles asociadas a cada acción mental (coordinación, dirección, coordinación cuantitativa, razón promedio y razón de cambio instantánea). El segundo referente, relacionado con los sistemas de representación (Duval, 1999), el cual manifiesta que toda actividad matemática necesita ser movilizada por sistemas de representación de tal manera que esto ayuda en los procesos mentales de los estudiantes sobre el saber matemático.

En el entorno virtual, se planteó una secuencia didáctica en la que se utilizaron una serie de simuladores que permitieron a los estudiantes desde la perspectiva de la resolución de problemas manipular elementos de la realidad para acercarse al objeto matemático de conocimiento.

Palabras clave: Función lineal, Simuladores, Sistemas de representación, Situaciones problema.

Abstract

This paper wants to show the experience when considering the use of a virtual learning environment (VLE) as a setting for the incorporation of educational resources that allows eighth grade students advance in the understanding of the concept of linear functions as a model of constant variation phenomena. It makes emphasis on the use of simulators and problem situations as educational resources to strengthen student's knowledge. The experience was developed with eighth grade students from El Nogal IED school in Bogotá. A review of the literature was made in two references, the first, of the mental actions of covariational reasoning by (Carlson, et al., 2003), in which there are five levels associated with each mental action (coordination, direction, quantitative coordination, average rate and instantaneous rate of change). The second referent, related to (Duval, 1999), representation systems, which states that all mathematical activity needs to be mobilized by representation systems in such a way that this helps in the mental processes of students about mathematical knowledge.

In the virtual environment, a didactic sequence was proposed in which a series of simulators were used that allowed students from the perspective of problem solving to manipulate elements of reality to approach the mathematical object of knowledge.

Keywords: Linear function, Problem situations, Representation systems, Simulators.

Introducción

El aprendizaje de las matemáticas es un tema de discusión en diferentes instituciones educativas en Colombia debido a las dificultades que frecuentemente presentan los estudiantes, por ello, surge la necesidad pensar propuestas que movilicen su aprendizaje logrando en los estudiantes el desarrollo del pensamiento matemático. El objetivo en esta experiencia, está dado en la búsqueda y selección de aquellas estrategias que incidan en los aprendizajes de los estudiantes de educación secundaria específicamente de grado octavo hacia el concepto de función lineal. Por un lado, estas estrategias deben movilizar una experiencia amena y nueva de aprendizaje y por otro lado, que motive al estudiante en el deseo de aprender dentro de la educación virtual. Según esto, y en búsqueda de una mejor comprensión de los estudiantes, se adaptaron dos recursos educativos que permitieron el acercamiento al concepto matemático de función lineal. En una primera instancia, el uso de simuladores dentro de un EVA, que, de acuerdo a los

autores, (Alemán y Peña 2013, citados por Diaz, 2017), son objetos de aprendizaje que buscan imitar situaciones reales mediante un programa informático, con el propósito de que se adquiriera conocimiento a través de la exploración, la deducción y el descubrimiento autónomo y en segunda instancia, las situaciones problemas que son:

Un espacio para la actividad matemática, en donde los estudiantes, al participar con sus acciones exploratorias en la búsqueda de soluciones a las problemáticas planteadas por el docente, interactúan con los conocimientos matemáticos y a partir de ellos exteriorizan diversas ideas asociadas a los conceptos en cuestión” (Munera, 2003, p. 181).

Es entonces que la articulación de estos recursos promueve el fortalecimiento de los conceptos ya que generan nuevas rutas de aprendizaje.

Marco de Referencia

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han permitido que emerjan tecnologías de aprendizaje y conocimiento (TAC), lo cuales brindan espacios creados con un enfoque particularmente orientado a brindar recursos de apoyo para la enseñanza y aprendizaje virtual. Estos espacios conocidos como Entornos Virtuales de Aprendizaje por sus siglas EVA, contienen una variedad de herramientas informáticas diseñadas para facilitar la enseñanza y el aprendizaje, ya que permiten la creación y desarrollo de propuestas educativas que se centran en la interacción entre el profesor y los estudiantes a través de actividades didácticas, sin limitaciones físicas de lugar o tiempo (Salinas, 2011).

Gracias al apoyo que brindan los EVA en los procesos de aprendizaje, se pensó en utilizar un entorno virtual e-learning que permitiera crear un modelo de información didáctica para la mediación educativa, en este sentido se empleó el EVA Chamilo, que gracias a sus características técnicas permitió gestionar el uso de simuladores que ya sean por construcción propia o alojados en la web, ayudan a los estudiantes aprender de manera práctica e interactiva, toda vez que le permite evidenciar situaciones del mundo real en un mundo virtual donde hace relaciones directas con un contexto, también permiten incrementar el proceso de aprendizaje siendo más significativo, por esta razón se tomó lo abordado por (Alemán y Peña 2013, citados por Díaz, 2017), los simuladores son vistos como objetos de aprendizaje que intentan modelar parte de una réplica de los fenómenos de la realidad y su propósito es que el usuario construya conocimiento a partir del trabajo exploratorio, la inferencia y el aprendizaje por descubrimiento.

Aunque los simuladores planteados permitieron trabajar diferentes escenarios posibles en los que se

podían manipular las condiciones con una intencionalidad de aprendizaje, la tarea es más amplia. Esto quiere decir que, se necesitaba de la aplicación de una estrategia metodológica que permita una adecuada articulación entre el objetivo de lo que se quería enseñar y los simuladores, para ello se utilizaron una serie de situaciones problema, que según lo planteado por (Munera, 2011), Las situaciones problema son un componente fundamental en la actividad matemática, ya que brindan a los estudiantes la oportunidad para poner en práctica sus habilidades exploratorias, consolidar ideas y aplicar los conocimientos adquiridos en la solución de problemas planteados por el docente. En esta experiencia de aula, las situaciones problema planteadas, se diseñaron pensando en el desarrollo de la comprensión de las relaciones entre variables desde la perspectiva de variación constante, esto como un camino en la orientación sobre el aprendizaje del concepto de función lineal, atendiendo al trabajo desarrollado por (Posada & Villa, 2006), quienes abordan el concepto de función lineal como una relación entre dos cantidades de magnitud cuya razón de cambio es constante.

En la evaluación y análisis del alcance del nivel de razonamiento logrado por el estudiante, se acudió al marco conceptual realizado por los autores (Carlson, et al., 2003), quienes proponen dentro del razonamiento covariacional una serie de actividades cognitivas que están involucradas en la coordinación de dos cantidades variables, atendiendo a las formas en que cambian una con respecto de la otra. En la tabla 1, los autores han establecido una serie de niveles que permiten revisar el nivel cognitivo desarrollado por el estudiante; en esta experiencia de aula se tuvo en cuenta cuatro niveles (coordinación, dirección, coordinación cuantitativa y razón promedio).

Tabla 1.

Niveles de razonamiento covariacional adaptados por Carlson et. al (2003)

Nivel	Características
Nivel 1 (N1) Coordinación	En el nivel de coordinación, las imágenes de covariación pueden sustentar a la acción mental (AM) de coordinar el cambio de una variable con los cambios en la otra variable (AM1).
Nivel 2 (N2) Dirección	En el nivel de dirección, las imágenes de la covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la dirección del cambio de una de las variables con cambios en la otra. Las acciones mentales identificadas como AM1 Y AM2 son sustentadas por imágenes de N2.
Nivel 3 (N3) Coordinación cuantitativa	En el nivel de la coordinación cuantitativa, las imágenes de la covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la cantidad de cambio en una variable con cambios en la otra. Las acciones mentales identificadas como AM1, AM2 y AM3 son sustentadas por las imágenes N3.
Nivel 4 (N4) Razón promedio	En el nivel de la razón promedio, las imágenes de covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la razón de cambio promedio de una función con cambios uniformes en los valores de entrada de la variable. La razón de cambio promedio se puede descomponer para coordinar la cantidad de cambio de la variable resultante con los cambios en la variable de entrada. Las acciones mentales identificadas como AM1 hasta AM4 son sustentadas por imágenes N4.
Nivel 5 (N5) Razón de cambio instantánea	En el nivel de la razón instantánea, las imágenes de covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la razón de cambio instantánea de una función con cambios continuos en la variable entrada. Este nivel incluye una consciencia de que la razón de cambio instantánea resulta de refinamientos más y más pequeños en la razón de cambio promedio. También incluye la consciencia de que el punto de inflexión es aquel en el que la razón de cambio pasa de ser creciente a decreciente, o al contrario. Las acciones mentales identificadas como AM1 a AM5 son sustentadas por las imágenes de N5.

El uso de representaciones semióticas y sus transformaciones de tratamiento (Duval, 1999), permiten al estudiante tener un acercamiento al objeto matemático, en la experiencia se hizo uso de las representaciones; tabular, gráfica, simbólica y algebraica. Además, se revisó la pertinencia de las mismas en las actividades planeadas.

Aspecto Metodológico

El referente metodológico empleado corresponde a un enfoque cualitativo, el cual permite comprender la perspectiva de los participantes, (Hernández, Fernández y Batista, 2014). Al respecto, se realizó el análisis descriptivo atendiendo a los elementos de objetividad, claridad y

pertinencia en la observación directa de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje.

Los participantes seleccionados para la aplicación de la propuesta fueron 24 estudiantes de grado octavo de la institución educativa colegio El Nogal IED ubicado en la localidad 14 Ciudad Bolívar. Las edades del grupo de estudiantes están entre los 12 y 14 años de edad. Para la aplicación de la propuesta, se consideró abordar situaciones asociadas a la función lineal como objeto matemático, que dentro de los estándares básicos de competencias en matemáticas (MEN, 2006), es uno de los conceptos que se involucran en el pensamiento variacional. Para el seguimiento del alcance y secuencia de la propuesta, se utilizaron 4 actividades de aprendizaje que permitieron la recolección de datos y su posterior análisis.

En la aplicación de la propuesta y como eje articulador, se usó un EVA (entorno virtual de aprendizaje)

llamado Chamilo, el cual permitió, a través de las herramientas disponibles con las que contaba, organizar las actividades dirigidas a los estudiantes; la incorporación de simuladores en el entorno virtual fue un elemento importante para la evolución y alcance del conocimiento, ya que una de las características principales de los simuladores dentro de la enseñanza, es que permiten solucionar el problema que tienen muchos estudiantes en el momento de representar algunas situaciones matemáticas particulares que hacen referencia a un contexto determinado. A través de la interacción dinámica, el estudiante observa modelos de representación de las diferentes situaciones que pueden darse en la vida real, de tal manera que esto facilita la comprensión.

De acuerdo a lo anterior, se diseñó una secuencia didáctica basada en los tres momentos planteados por (Díaz, 2017), quien menciona que una secuencia didáctica, es creada para que los estudiantes a través de situaciones, desarrollen un aprendizaje significativo. En la estructura de la secuencia didáctica, se consideran tres momentos en las que aparecen inmersas las actividades propuestas, estas son en su orden: apertura, desarrollo y cierre.

En la tabla 2, se muestra la articulación de los tres momentos de las actividades planteadas, el razonamiento covariacional esperado y los tipos de representaciones que se privilegiaron en cada actividad.

Tabla 2.

Estructura de la secuencia de actividades atendiendo a los niveles de razonamiento covariacional y sus respectivas representaciones semióticas.

Momentos de la actividad	Razonamiento covariacional	Interpretación de las representaciones
Apertura Diagnóstico	Reconocimiento de variables.	Se privilegia la representación tabular.
Desarrollo	Identificación de variables que cambian y que no cambian (permanecen constantes).	Se privilegia la representación verbal.
	Reconocimiento de la relación entre magnitudes, esta covariación puede ser explicada a partir de su aspecto cualitativo o cuantitativo.	Se privilegia la representación tabular.
Cierre	Identificación de la relación de cambio de cada variable analizando cómo crece, decrece o si se mantiene constante y reconocimiento de patrones de variación en el parámetro “m” y “b”.	Se privilegia la representación gráfica tomando como referencia la expresión simbólica.

Fuente: Autoría propia

Ahora, se describen las tres actividades planteadas en el EVA, además, se muestran de qué manera los estudiantes de grado octavo construyeron el concepto función lineal atendiendo situaciones que posibilitan las interpretaciones de los modelos de variación.

Actividad diagnóstica: En esta actividad se les propuso a los estudiantes un cuestionario de diez preguntas con

el fin de identificar los saberes previos con relación al reconocimiento de la variación y el cambio en dos contextos: el geométrico y el numérico desde el concepto de proporcionalidad. A continuación, se muestran tres preguntas del cuestionario y las respuestas dadas por un estudiante (Ver imagen 1 y 2).

Imagen 1.

Comparación entre la longitud y el perímetro.

1. En ciudad Bolívar, se dispuso de algunas zonas de forma cuadrada para sembrar una variedad de plantas, ¿Qué cambio puedes observar, entre primera y segunda zona respecto a la medida del lado y el perímetro? Observa, las figuras.

Correcto Puntuación: 10 / 10

Su selección	Selección correcta	Respuesta	Comentarios
<input type="radio"/>	-	A. La medida del lado disminuye y el perímetro también.	
<input type="radio"/>	-	B. La medida del lado aumenta y el perímetro se conserva.	
<input checked="" type="radio"/>	-	C. La medida del lado aumenta y el perímetro también aumenta.	
<input type="radio"/>	-	D. La medida del lado se conserva y el perímetro también.	

3. Respecto al punto anterior ¿Qué comparación se puede hacer entre el perímetro de la segunda figura y tercer figura en que se va a sembrar? Justifique su respuesta.

Revisado Puntuación: 10 / 10

Respuesta
 el perímetro de la tercera figura es el doble de la segunda: $8 \times 2 = 16$

Corregir y puntuar

Imagen 2.

Relación de cobro de factura por tiempo de consumo.

6. Observa la factura de Movistar y responde: ¿Cuánto tendrá que pagar el señor Romero en el mes de febrero, si se sabe que consumió 12 minutos adicionales más que la factura del mes de enero y no tiene saldo pendiente por pagar?

Correcto Puntuación: 10 / 10

Móvil **movistar**

30 / Ene / 2013 Página 1 de 2

Aurelio Romero Velandia
KR 123 NO 123-45
BRR BOSQUES
BOGOTÁ - CUNDINAMARCA

Total a pagar **\$45.973**
Fecha Lím. de pago **30/Ene/2013**
Número celular **3119876543**
Cuenta: 6682190 Referencia para pagos

Fact de venta: EC-121212101 Fac. Exp: 30/Feb/2013 Nro o Cédula: 1130707488

Resumen de tu cuenta

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Cargos fijos	
Cargo básico mensual IVA 16%	\$43.605
Cobro por minuto adicional \$ 95	
7	\$665
Total del mes	\$ 44.270
Factura anterior	\$1.703
Gracias por tu pago	
Total a pagar	\$45.973

Evolución del consumo en miles de pesos

Atención: Este mes hablaste 5 mins más de lo que tu plan permite.
Pasate a un nuevo plan u habla hasta 70 mins adicionales solo por \$130,000 mensuales*

Pórtate bien con el planeta
Cambia tu factura de papel por la factura electrónica y vuelve tu vida más fácil

Cuenta: 6682190

PEPE PATEATRASEROS
COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A ESP - NIT 830.122.566-1

Descripción del pago

Descripción del pago	Valor
Efectivo	
Otros	
Total pagado	

Síganos en: Movistar Colombia @MovistarCo

Su selección	Selección correcta	Respuesta	Comentarios
<input type="checkbox"/>	-	\$44.907	
<input type="checkbox"/>	-	\$44.745	
<input type="checkbox"/>	-	\$45.000	
<input checked="" type="checkbox"/>	-	\$45.410	

[Editar feedback](#)

Según las respuestas dadas en esta actividad, fue posible observar que el estudiante tiene ciertas nociones en relación con la covariación como elemento que permitió aludir a la comprensión de fenómenos de variación constante desde algunos fenómenos de la realidad.

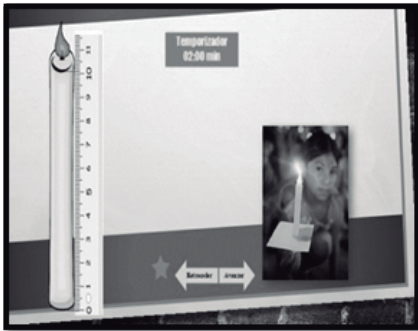
Actividad Desarrollo: esta actividad se dio en dos momentos.

Momento 1: a los estudiantes se les planteó dos situaciones reales simuladas. En la actividad, el estudiante, desde su propio análisis e interpretación realizaba un proceso de modelación matemática que le permitía responder una serie de interrogantes, y de esta manera distinguir aquello que cambia de lo que no cambia (permanece constante), a su vez considerar algunas regularidades que pueden existir entre las magnitudes involucradas. La primera situación, se simuló con la herramienta de Office Power Point, esta estuvo relacionada con el cambio de longitud de una vela al estar encendida, en la segunda situación, se utilizó el recurso de simulación Phet en el cual se observaba a un hombre en movimiento que se desplazaba en un plano horizontal. (Ver imagen 3).

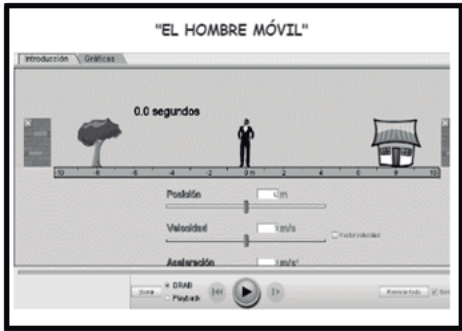
Imagen 3.


Muestra de situaciones usadas y cuestionarios asociados.


Consumo de vela.



Hombre móvil.







Momento 2: el estudiante utilizaba la información proveniente del análisis de las dos situaciones y completaba una tabla de valores en relación con las magnitudes involucradas, con ello, el estudiante inició un acercamiento a la representación tabular de la función lineal desde la interpretación de las variables “x” y “y”, y la relación de cambio entre ellas, surgiendo de este modo la interpretación de razón de cambio constante. Escrito de manera matemática se tiene así:

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = a, \text{ con } a \text{ como valor constante}$$

Cambio en "y"
 ↓
Cambio en "x"

Adaptada de: Calculo una variable de (Thomas, 2006, p. 10)

Esta notación y relación se pudo consolidar en el simulador gráfico que se diseñó en Sheets, una hoja de cálculo de Google drive, allí el estudiante relacionó el registro tabular de cada situación planteada con la gráfica correspondiente. En el simulador podía visualizar el trazo de la misma al ingresar los datos numéricos extraídos del registro tabular. La gráfica le mostraba al estudiante el comportamiento de una línea recta en el plano; decreciente (situación 1), ver imagen 4 y una creciente (situación 2), Ver imagen 5.

En ese momento del desarrollo, el estudiante no estaba involucrado con algún concepto formal de la función lineal. Se profundizó en la identificación de las relaciones de variación y el cambio junto con la representación gráfica, considerando el aumento o disminución de la variable “x” y los efectos en la variable “y”. Esto permitió consolidar en el estudiante los aspectos creciente o decreciente y su relación con el concepto de pendiente.

Imagen 4.
Representación tabular y gráfica de la situación simulada “consumo de vela”.

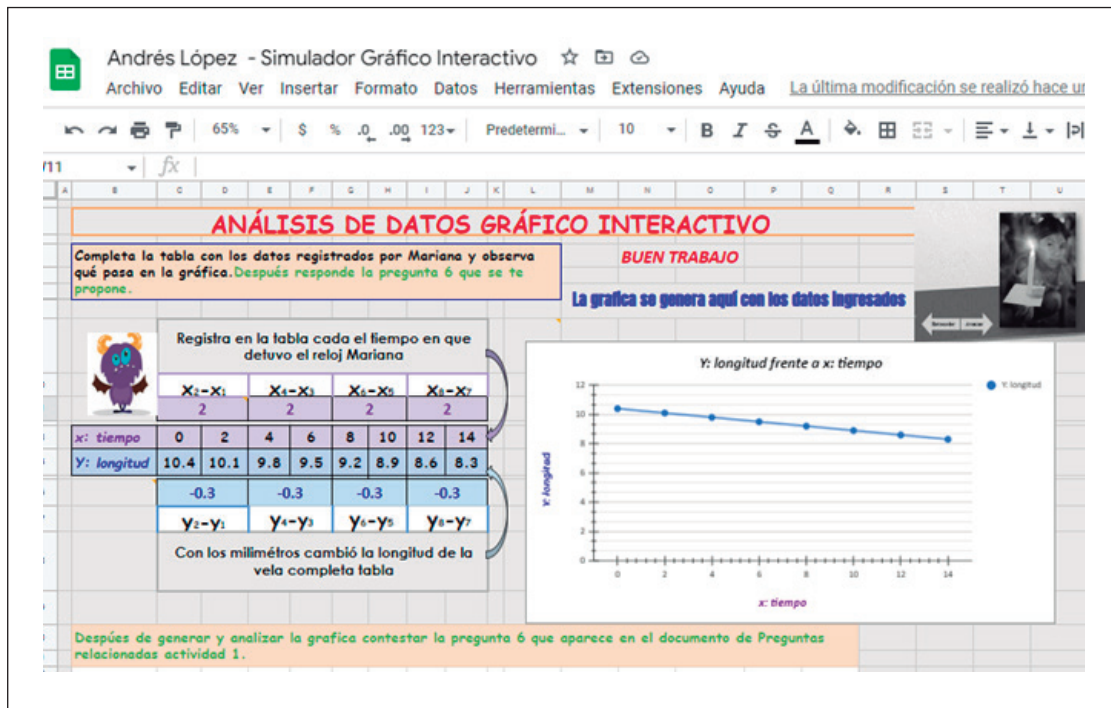
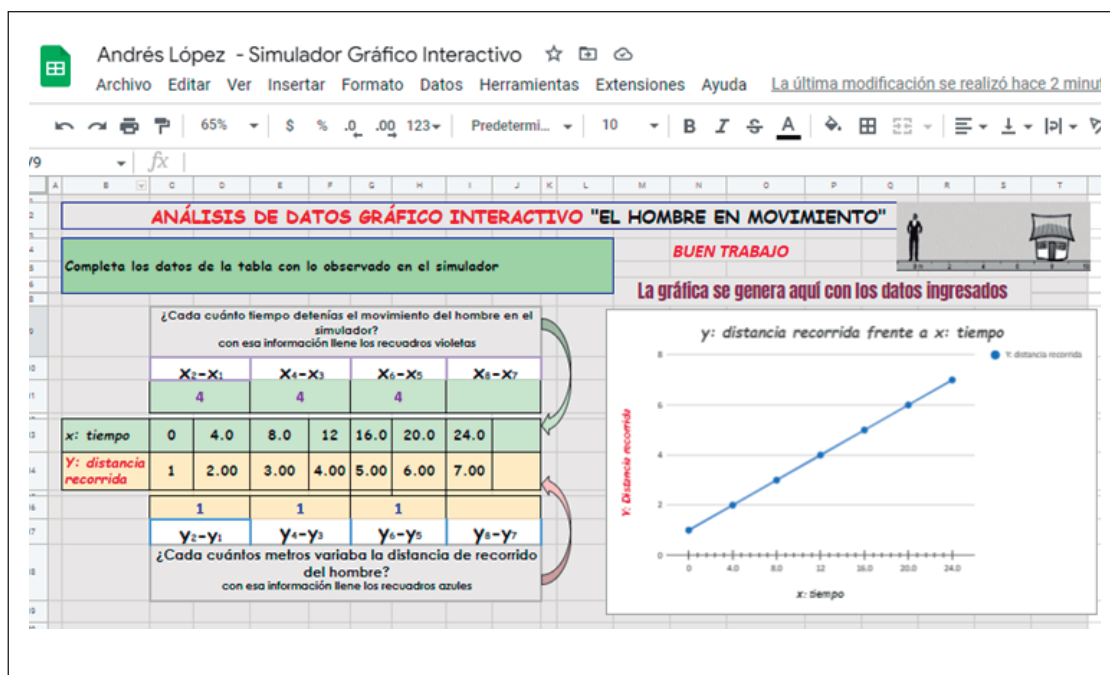


Imagen 5.

Representación tabular y gráfica de la situación simulada "Hombre móvil".



Las imágenes 4 y 5 mostradas, son producciones de uno de los estudiantes, en las que al ingresar los datos provenientes del análisis del registro tabular en la solución del cuestionario uno y dos, podía visualizar la relación de los datos ingresados con la respectiva recreación gráfica.

Respuesta de estudiante en actividad de desarrollo: De acuerdo a la situación uno de los estudiantes responde lo siguiente:

En la simulación de la vela, la relación entre el tiempo en que está encendida la vela y la longitud de la vela, es que la vela reduce en 3mm la longitud cada 2 minutos en que está encendida. No existe alguna relación entre la longitud de la regla con la que se mide la vela y el color de la vela, no se afectan en nada el uno al otro. Para completar la tabla de valores seguí la secuencia, en que cada 2 minutos encendida reduce 3mm, se puede deducir que número va en cada casilla, haciendo la resta también si se suman 2 minutos, la longitud de la vela reduce 3mm. En la simulación gráfica, se puede ver que la línea está en dirección hacia abajo y que cada punto está representando a "y" o la longitud de la vela. Se puede afirmar que, la longitud si está bajando 3mm cada 2 minutos.

Respecto a la simulación del hombre, al observar los cambios de las magnitudes relacionadas el estudiante mencionó: el tiempo y el espacio recorrido las magnitudes si están relacionadas, entre más es el tiempo más es el espacio recorrido. El tiempo y la velocidad no están relacionadas, si el tiempo aumenta la velocidad sigue siendo la misma. En cuanto a la magnitud tiempo y altura de una persona no están relacionadas, de ninguna forma el tiempo va a influenciar en la altura de la persona, a menos que habláramos de años. En cuanto a la tabla de valores, la longitud aumenta en 0,917 metros cada 0,5 segundos, al inicio, luego esto se regula y avanza 1 metro cada 0,5 segundos. En la simulación gráfica, se puede ver que la línea está en dirección hacia arriba y que cada punto está representando a "y" a la distancia recorrida del señor. Se puede afirmar que, la distancia va subiendo 0,75 cada 0,4 segundos.

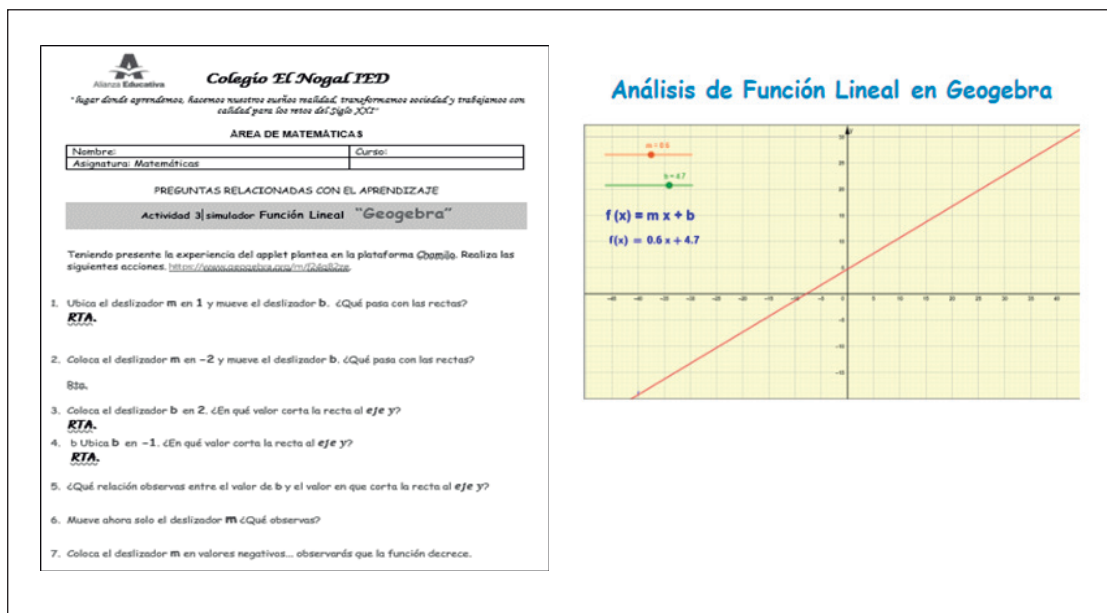
De acuerdo con las respuestas del estudiante, se evidenció dentro de las acciones mentales propuestas por (Carlson, et al., 2003). alcanzó cuatro niveles de razonamiento covariacional, el de coordinación; en cuanto reconoció la relación entre magnitudes, que a medida que cambia una magnitud la otra también cambia de manera simultánea. El de dirección; ya que logró identificar la relación de cambio de cada varia-

ble analizando cómo crece, decrece o si se mantiene constante, el de coordinación cuantitativa; ya que encontró patrones de variación a partir del análisis de manera cuantitativa tanto para la variable “x” como para la variable “y”, y el de razón promedio; ya que pudo determinar patrones de variación de forma aditiva o por diferencia en los que se referencia la relación, que a incrementos constantes de la variable X (Δx) corresponden incrementos constantes de la variable Y (Δy) y los identifica como razón constante $\Delta y / \Delta x$. Las representaciones que se usaron para el desarrollo cognitivo de las acciones mentales del estudiante y atendiendo a lo abordado por (Duval, 1999), fueron: la verbal, la gráfica y la tabular.

Actividad de cierre: usando el applet Geogebra se planteaba una actividad dinámica considerando la representación simbólica y gráfica de la función lineal $f(x) = mx + b$ correspondiente, de tal manera que el estudiante identificara que el parámetro “b” indica el punto de corte y el parámetro “m” la pendiente. Se planteó al estudiante una serie de preguntas en la interacción con la herramienta que simulaba el comportamiento de la función lineal desde su gráfica en el plano cartesiano (Ver imagen 6).

Imagen 6.

Cuestionario relacionado y simulador gráfico de la función lineal en Geogebra.



Estas son las dos imágenes que muestran la producción de uno de los estudiantes, en las que se evidencia el cuestionario y el simulador gráfico asociado, en el cual el estudiante podía visualizar el comportamiento de la gráfica de la función lineal al interactuar con los parámetros “m” y “b” al mover el deslizador.

Respuesta de estudiante en actividad de cierre: Al ubicar el deslizador “m” en 1 y mover el deslizador “b” la recta se mueve verticalmente, pero no se dobla o se mueve en lo horizontal. Si se

ubica el deslizador “m” en -2 y mover el deslizador “b” la recta ahora se sigue moviendo en vertical. Al colocar el deslizador “b” en 2 la recta corta al eje y en 2, si se ubica “b” en -1, el valor en que corta la recta al eje y es -1. La relación que se observa entre el valor de b y el valor en que corta la recta al eje y es que, si aumentamos el valor de “b” el valor que corta el eje y, aumenta o reduce según la acción dada al valor de b. Por otro lado, al mover el deslizador “m” la línea se mueve por el eje x, de forma horizontal. Al colocar el deslizador m en valores negativos se observa que la función decrece, la línea recta se inclina hacia la

izquierda, y si se coloca en valores positivos se observa que la función crece, la inclinación cambia de sentido y si “m” es cero la recta que queda totalmente horizontal y no inclinada.

De acuerdo con las respuestas del estudiante en la actividad de cierre, se puede evidenciar que el estudiante dentro de las acciones mentales (Carlson, et al., 2003), alcanzó el nivel de dirección, identificando la relación de cambio de cada variable analizando cómo crece, decrece o si se mantiene constante, observando la relación entre cada intervalo desde el registro en el que aparecen las magnitudes relacionadas, tanto para el parámetro “m” como para el parámetro “b”. Esto se dio a partir de la representación gráfica y algebraica o simbólica atendiendo a lo mencionado por (Duval, 1999), en lo que refiere al uso de representaciones para el desarrollo cognitivo para acceder al objeto matemático.

Resultados

- Al exponer al estudiante a los diferentes sistemas de representación, estos permitieron el acercamiento a la comprensión del objeto matemático y de esta manera se pudo verificar lo mencionado por (Duval, 1999), en cuanto a que se asume que toda actividad matemática necesita ser movilizadora por sistemas de representación.
- Con relación a las situaciones problema presentadas a través de los simuladores, en el desarrollo del aprendizaje de la función lineal como modelo de fenómenos de variación constante (Posada & Villa, 2006), en particular el estudio de covariación entre dos magnitudes, los estudiantes progresaron en la comprensión del concepto al poder manipular objetos de la realidad con la intención de resolver un problema.
- Al efectuar un análisis cualitativo de las producciones de los estudiantes de manera comparativa, se encontró que la mayoría de los estudiantes alcanzaron el nivel de razonamiento covariacional de (Carlson, et al., 2003), ubicándose en el nivel cuatro (N4), razón promedio; ya que pudieron determinar patrones de variación de forma aditiva o por diferencia. Por otro lado, algunos estudiantes

no avanzaron en el nivel de covariación esperado y se ubicaron en el nivel tres (N3), desarrollaron la habilidad del reconocimiento de la coordinación cuantitativa relacionada con la actividad cognitiva de coordinar la cantidad de cambio en una variable con respecto a otra.

Recomendaciones

Al dotar de situaciones problema la secuencia didáctica de aprendizaje del objeto matemático (función lineal), se abre la posibilidad de lograr que el estudiante tenga mayor interacción con los conocimientos matemáticos y una mejor calidad en el desarrollo del proceso de los mismos.

Si bien los estudiantes se acercaron al concepto matemático de función lineal, es necesario profundizar en el estudio de las características que encierra este concepto, de tal manera que se pueda ampliar su campo de aplicación en las matemáticas mismas o en otras ciencias.

Es importante hacer uso de simuladores como recurso en el quehacer matemático, ya que podría promover el fortalecimiento de conceptos de camino a su construcción a través de la exploración y el cuestionamiento, en esto (Wieman, Adams, & Perkins, 2008), promotores de los simuladores Phet mencionan que, una de las características de los simuladores es que la interacción directa ayuda a los estudiantes a responder preguntas y enfocar la atención en los conceptos para mejorar su comprensión.

La aplicación de esta experiencia se llevó a cabo en el momento de confinamiento por la COVID – 19, razón por la cual, el uso del entorno y los resultados obtenidos muestran las ventajas que tiene usar los entornos virtuales de aprendizaje para el desarrollo pedagógico de la enseñanza matemática en la escuela.

Se abre la posibilidad de pensar, la aplicación de esta experiencia de aula en la modalidad B-learning, es decir una mezcla del aprendizaje tradicional con el aprendizaje en línea. Los resultados permitirán contrastar, si el acercamiento al objeto matemático de función lineal en esta modalidad tiene mayor impacto.

Referencias

- Carlson, M., Coe, E., Hsu, E., Jacobs, S. y Larsen, S. (2003). Razonamiento covariacional aplicado a la modelación de eventos dinámicos: Un marco conceptual y un estudio. *Revista Ema*, 8(2), 121-156. <http://funes.uniandes.edu.co/1520/>
- Batista, P., Fernández, C. y Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Editorial McGraw-Hill.
- Díaz, J. (2017). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y aprendizaje de fracciones Equivalentes. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 48-63. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/reds/issue/view/240>
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano, registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Universidad del Valle. Ministerio de Educación Nacional, (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas*. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Múnera, J. (2011). Una estrategia didáctica para las matemáticas escolares desde el enfoque de situaciones problema. *Revista educación y pedagogía*. 23(59),179-193. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/8694/8007>
- Posada, F. y Villa, J. (2006). Propuesta didáctica de aproximación al concepto de función lineal desde una perspectiva variacional [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/7093>
- Salinas, M. (2011). Entornos virtuales de aprendizaje en la escuela: tipos, modelo didáctico y rol del docente. Universidad Católica de Argentina. <https://bit.ly/3V29T17>
- Thomas, G. B y Weir, M. D. (2005). *Cálculo: una variable*. Pearson Educación.
- Wieman, C., Adams, W., y Perkins, K. (2008). Physics. PhET: Simulations that enhance learning. *Journal Science* 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>