

Conversiones Semióticas del Objeto Matemático Función Lineal desde los Objetos Virtuales de Aprendizaje

Ingry Carina Coy Chacón¹

ingrycoy@umecit.edu.pa

<https://orcid.org/0000-0002-9661-1281>

Universidad Metropolitana de Educación
Ciencia y Tecnología UMECIT
Panamá

Ligia Ines García Castro

ligiaines.garcia@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-4437-0225>

Universidad Metropolitana de Educación
Ciencia y Tecnología UMECIT
Panamá

RESUMEN

Se presenta el análisis de las conversiones en las transformaciones semióticas realizadas por estudiantes de grado noveno, en el aprendizaje del objeto matemático función lineal, ante la imposibilidad de hablar de objetos concretos y la confusión entre el objeto matemático y sus representaciones. El uso de Objetos Virtuales de Aprendizaje incorporados en una herramienta web llamada Matelengua se presenta como una posibilidad de registros semióticos y representaciones semióticas, dentro de la teoría de Raymond Duval y Bruno D'Amore. La metodología aplicada es de tipo cualitativo y con métodos de la teoría fundada, se comparó los resultados de seis estudiantes pertenecientes a grado noveno, de edades entre los 14 y 16 años, quienes manifestaron interés por participar en la investigación. Fueron aplicados talleres y entrevistas didácticas, proceso que se realizó durante tres meses. Para el análisis de los OVA se aplicó una matriz de revisión semiótica a partir de los criterios de García (2021). Los resultados muestran de forma significativa que los estudiantes no poseen una definición formal de la noción de función lineal, ni relacionan los diferentes registros semióticos, sin embargo, en el uso de los OVA como representaciones semióticas, logran mayor flexibilización entre las conversiones semióticas.

Palabras clave: *didáctica de la matemática; tecnologías de información; representaciones semióticas; conversiones semióticas; función lineal.*

¹ Autor principal.

Correspondencia: ingrycoy@umecit.edu.pa

Semiotic Conversions of the Linear Function Mathematical Object from Virtual Learning Objects

ABSTRACT

The analysis of the conversions in the semiotic transformations carried out by ninth grade students is presented, in learning the mathematical object linear function, given the impossibility of talking about concrete objects and the confusion between the mathematical object and its representations. The use of Virtual Learning Objects incorporated in a web tool called Matelengua is presented as a possibility of semiotic registers and semiotic representations, within the theory of Raymond Duval and Bruno D'Amore. The applied methodology is of a qualitative type and with methods of the grounded theory, the results of six students belonging to ninth grade, aged between 14 and 16 years, who expressed interest in participating in the research, were compared. Didactic workshops and interviews were applied, a process that was carried out for three months. For the analysis of the OVAs, a semiotic review matrix was applied based on the criteria of García (2021). The results significantly show that the students do not have a formal definition of the notion of linear function, nor do they relate the different semiotic registers, however, in the use of the OVAs as semiotic representations, they achieve greater flexibility between the semiotic conversions.

Keywords: *didactics of mathematics; information technologies; semiotic representations; semiotic conversions; lineal funtion.*

*Artículo recibido 13 setiembre 2023
Aceptado para publicación: 20 octubre 2023*

INTRODUCCIÓN

La enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, es un proceso que ha sido analizado e investigado desde muchos enfoques, en las reflexiones de Raymond Duval (1993) plantea que para la actividad matemática es indispensable el funcionamiento cognitivo del pensamiento.

En el siglo XIX más exactamente 1990, se presenta una relación intrínseca entre la semiótica con la didáctica de la matemática, a partir de los planteamientos que hace Duval (1999), dado que en matemática los objetos no son concretos y para su enseñanza se debe remitir a sus representaciones semióticas. En este sentido los problemas de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática dan un giro, encontrando un enfoque, una mirada, la posibilidad de transformar la enseñanza y el aprendizaje de la matemática.

Con estos planteamientos se abre una nueva línea de investigación desde el análisis teórico y práctico, la Semiótica en la Didáctica de la Matemática, lo que marca la incompreensión de la matemática a causa de los únicos instrumentos de su denotación los sistemas semióticos.

De acuerdo a Duval (1993, p. 38), se presenta un círculo vicioso entre el objeto matemático y la representación semiótica, puesto que precisa que “de una parte, el aprendizaje de objetos matemáticos sólo puede ser un aprendizaje conceptual y, de otra parte, es solo a través de representaciones semióticas que es posible una actividad sobre los objetos matemáticos”, conocida como la paradoja de Duval (1993).

Los estudiantes carecen de una experiencia con un objeto matemático, caen en el uso de la representación semiótica y en matemáticas no se puede presentar el objeto como si en otras ciencias, de igual manera los procesos de transformación no son claros, dependen de la actividad matemática y en esto se debe profundizar en el aula de clase.

Duval (1993, p. 38) lo enuncia con las siguientes dos preguntas:

¿Cómo sujetos en fase de aprendizaje, podrían no confundir los objetos matemáticos con sus representaciones semióticas si ellos únicamente pueden tener relación con las representaciones semióticas?

Y, por el contrario, ¿cómo pueden los estudiantes adquirir el dominio de los tratamientos matemáticos, necesariamente ligados a las representaciones semióticas, si no tienen el dominio conceptual de los

objetos representados?

Duval (1993) enuncia esta situación con las siguientes dos frases “sin semiosis no hay noesis” o “no hay noesis sin semiosis”, ya que, aprender los conceptos matemáticos es una cuestión de comprender el objeto matemático.

D’Amore (2004), seguidor de Duval establece que la noética, es la adquisición conceptual de un objeto matemático y presenta dos características enunciadas por Duval (1993) “el uso de más registros de representación semiótica es típica del pensamiento humano, y la creación y el desarrollo de sistemas semióticos nuevos es simbólico (histórico) de progreso del conocimiento”.

Estas premisas sustentan el trabajo de los objetos virtuales de aprendizaje para el objeto matemático función lineal desde los registros de representación semiótica que son presentados como una propuesta de investigación en la que se analizarán las transformaciones semióticas que elaboran los estudiantes a medida que se presentan en el aula y que permiten analizar los constructos de los estudiantes sobre función lineal cuando trabajan desde este tipo de herramientas.

Al enfocarse en la construcción de la conceptualización y comprensión del objeto matemático, ante las preguntas ¿Cómo comprenden el objeto matemático función lineal? y ¿Cómo construyen las representaciones semióticas en sus estructuras de conocimiento? mediante el uso de los OVA en la Herramienta Matelengua.

El objetivo de la investigación es interpretar la construcción el objeto matemático de análisis que realizan los estudiantes del grado noveno a partir de los registros de representación semiótica que se emplean en la herramienta Matelengua (2015), para ello fue necesario caracterizar los objetos virtuales de aprendizaje desde los diferentes registros semióticos que permiten la construcción del objeto matemático función lineal, analizar la construcción del objeto matemático en los estudiantes de noveno grado a partir de las transformaciones semióticas que realizan los estudiantes mediante el uso de la herramienta Matelengua y reconocer el objeto matemático de análisis que hacen los estudiantes de noveno grado a partir de las representaciones y transformaciones semióticas que realizan en el uso de la herramienta Matelengua.

Los aspectos metodológicos de la investigación se sustentan desde el paradigma de investigación interpretativo, el enfoque cualitativo, y la teoría fundada, de acuerdo a la relación con la pregunta de

investigación y en coherencia con los objetivos de la investigación; además se enuncian algunas técnicas de recolección de información como matrices de evaluación y verificación, entrevistas didácticas y actividades de gamificación para la recolección de datos, conceptualizaciones, aprendizajes, experiencias, significados, entre otros, para determinar la veracidad de las preguntas que guían este estudio.

La investigación que permite el presente artículo, se desarrolla con estudiantes de grado noveno de la institución educativa San Mateo de carácter público ubicada en el municipio de Soacha Cundinamarca (Colombia), esta institución atiende estudiantes de estratos socioeconómico 2 y 3. El proyecto educativo institucional toma en cuenta las teorías de las inteligencias múltiples de Robert Sternberg y del aprendizaje significativo de Ausubel, el plan de estudios en el área de matemáticas se construyó tomando como base los Lineamientos Curriculares (MEN) (1998) y los estándares básicos en competencias matemáticas (MEN, 2003) que presenta el Ministerio de Educación Nacional.

En este sentido la Institución busca el aprendizaje significativo y comprensivo en constante crecimiento, ya que las competencias no llegan de forma espontánea, sino que requieren de ambientes de aprendizajes que involucren situaciones problema que posibiliten niveles más complejos de significación y comprensión.

El concepto de representación en términos de Rico (2009) se relaciona con una señal externa que permite dilucidar un concepto matemático, como signo o marca usados en el pensamiento matemático e incluso como esquemas o imágenes mentales para dar ideas matemáticas, conceptos similares dentro de las representaciones en educación matemática se presentan “símbolos (Skemp, 1980), sistema matemático de signos (Kieran y Filloy, 1989), sistemas de notación (Kaput, 1994), sistema de registros semióticos (Duval, 1993).

Diferentes investigaciones muestran el interés por abordar la conceptualización de representaciones matemáticas a través de la historia, de acuerdo con Rico (2009) las representaciones matemáticas refieren como todas aquellas herramientas como signos y gráficos, la noción de sistema de representación como en las tesis de Castro (1995); González Marí (1995); Romero (1995); Lacasta (1995); Fernández (1997); Gairín (1998) y Francisco Ruiz (2000) (Citados en Rico, 2009, p. 5), que permiten entender los procedimientos y conceptos matemáticos, Radford (1998) muestra su interés en

sus investigaciones concernientes a la Didáctica de la Matemática. pero sin duda el trabajo de las representaciones y la comprensión matemática desde la semiótica y noética de Duval (1995/1999) ha mantenido un fuerte interés por la comunidad científica.

La Teoría de Registros de Representación Semiótica (TRRS) de Duval (1999) hace veraz la hipótesis de que no hay noesis sin semiósis, aborda los problemas de aprendizaje, la relación entre las representaciones semióticas para algunas funciones cognitivas y el uso de las representaciones mentales, involucrando permanentemente el papel que juega la necesidad de los registros semióticos a determinar que es la semiósis la que determina las condiciones de la noesis.

Dentro del proceso investigativo no se encontraron trabajos que aborden la Teoría de los Registros de Representación semiótica en conjunto con Objetos Virtuales de Aprendizaje, por ello la necesidad de ahondar en la relación y las ventajas que permiten para estas generaciones el trabajo con las herramientas tecnológicas.

Queda para la herramienta Matelengua y para futuras investigaciones profundizar en los objetos matemáticos desde las transformaciones semióticas; los tratamientos y conversiones de los diferentes objetos matemáticos que presenta, ya que, dentro de su construcción, no se tenía en cuenta el enfoque noético-semiótico de Duval, que permite claramente visualizar los constructos del pensamiento cognitivo matemático de los estudiantes.

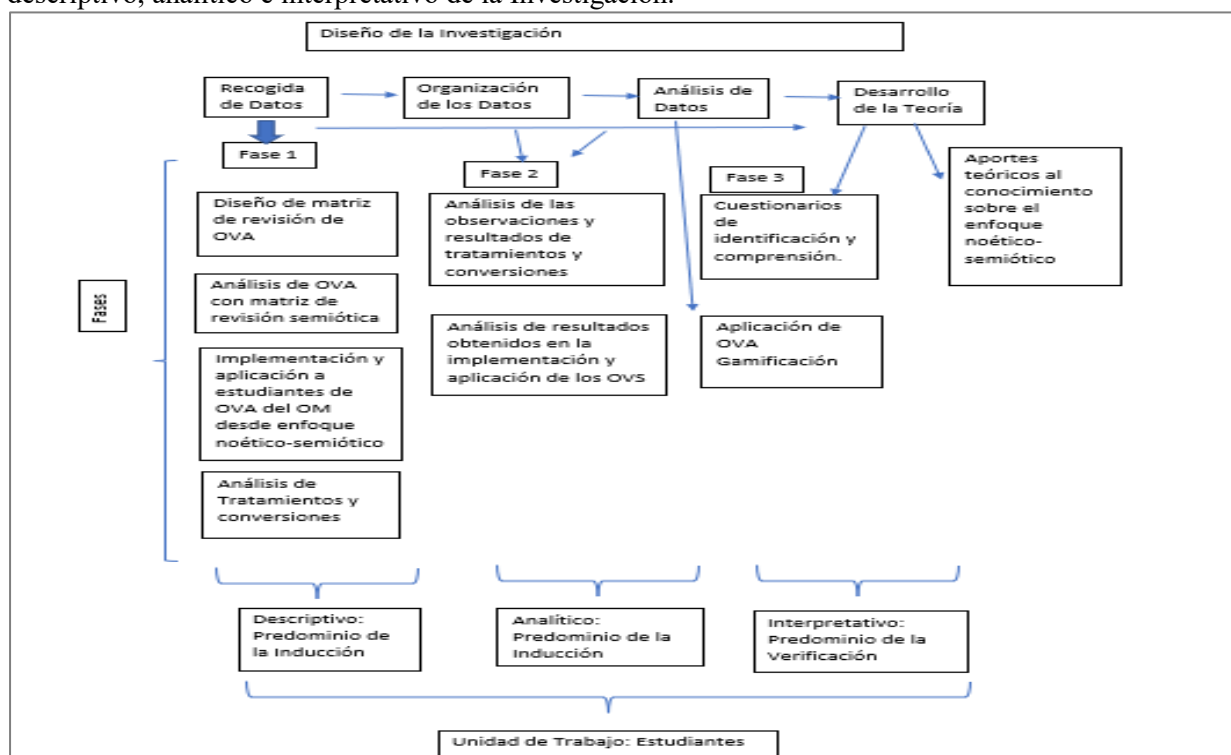
METODOLOGÍA

Esta investigación se realiza con seis estudiantes de grado noveno, de edades en promedio entre los 14 y los 16 años, la gran mayoría de los estudiantes pertenecen a estratos dos y tres y viven alrededor del colegio, se observan niños con comportamientos rebeldes, falta de valores y dificultad para asumir la autocritica, pero con ganas de aprender y mejorar sus proyectos de vida.

Dentro de las técnicas e instrumentos de recolección datos y el diseño de investigación se plantearon tres fases y los momentos del método cualitativo planteados por Glaser y Strauss (1967), que corresponden a un proceso descriptivo (comparación de incidentes aplicables a cada categoría), un proceso analítico (integración de categorías y sus propiedades) y un proceso interpretativo (delimitación de la teoría y escritura).

Figura 1

Diseño de la Investigación Cualitativa, en ella se presentan las tres fases que constituyen el proceso descriptivo, analítico e interpretativo de la Investigación.



En el proceso descriptivo, se caracterizaron los objetos virtuales de aprendizaje para el OM función lineal en Matelengua desde los diferentes registros semióticos encontrados en la herramienta web, para ello se validó la herramienta con una matriz de revisión adaptada de los modelos LORI y COdA, una matriz de procesos abstraídos de los estándares y lineamientos curriculares y una matriz de procesos pedagógicos y tecnológicos del OVA, criterios de análisis de la calidad sobre los aspectos tecnológicos y pedagógicos que deben cumplir los OVA, estas matrices fueron validadas por docentes de la I. E. San Mateo, encontrando en los resultados obtenidos, una gran aceptación en los procesos de evaluación, pedagogía y tecnológicos de los OVA.

Dentro del proceso analítico se revisan los objetos virtuales de aprendizaje como registros de representación del OM función lineal presentado en Matelengua, a partir de la matriz de revisión adaptada de la matriz de verificación desde el enfoque noético-semiótico propuesto por García (2021) (Tabla 1) en la que se consideran la identificación de las unidades constitutivas del registro semiótico y de la representación construida, tratamiento de la representación semiótica y conversión de la representación semiótica.

Tabla 1

Matriz de revisión semiótica adaptada de (García, 2021). En el análisis de datos y para la obtención de hallazgos, se trabajaron las categorías brindadas de la matriz de verificación desde el enfoque noético-semiótico de acuerdo con García (2021).

OBJETO MATEMÁTICO FUNCIÓN LINEAL						
SECUENCIA	REPRESENTACIÓN SEMIÓTICA	OVA	ACTIVIDAD	Categorías	Subcategorías	
1	REPRESENTACIÓN LENGUA NATURAL (ORAL Y ESCRITA)	TALLER, PRESENTACIÓN PROPORCIONALIDAD Y FUNCIÓN LINEAL Y VIDEO TABULACIÓN Y GRÁFICA	Identificación/selección del registro semiótico	Recursos	Objetivo, explicaciones, definiciones, descripciones, designaciones.	
				Reglas de Conformidad	Claridad, coherencia, contextualización.	
				Operaciones	Identificación y clasificación de conceptos. Reconocimiento de las características propias del OM	
			Tratamiento de la representación semiótica	Operaciones	Recursos	Comprensión lectora, Comprensión visual, Entendimiento
					Expansión Discursiva	Producción, escritura, coherencia
					Contracción	Manejo de conceptos: proporcionalidad, pendiente, intercepto, polinomio, ecuación, representación.
			Conversión de la representación semiótica	Criterios de Congruencia	Reformulación	Identificación y reconocimiento de conceptos, como polinomio de primer grado y comprender la relación con ecuación lineal.
					Correspondencia Semántica	Identificación de signos utilizados para denotar una ecuación o polinomio de primer grado. Capacidad de relación del lenguaje natural con el algebraico.
					Univocidad semántica	Identificación de variables, constantes, símbolos matemáticos. Proporcionalidad, dependencia, independencia, ecuación.
			Organización de las Unidades significantes	Correspondencia de lenguaje natural con el lenguaje algebraico, símbolos matemáticos y significados, asociaciones, relaciones, construcciones, modelizaciones.		

2	REPRESENTACIÓN ALGEBRAICA	TALLER Y PRESENTACIÓN PROPORCIONALIDAD Y FUNCIÓN LINEAL	Identificación/selección del registro semiótico	Recursos	Simbolismo matemático (números, signos y letras), valor varicional, relación de proporcionalidad, operacionalizar, calcular, aplicación de propiedades.	
				Reglas de Conformidad	Generalidad, modelizar, caracterizar el objeto.	
				Operaciones	Reconocimiento de Igualdades, características de la ecuación, Valor numérico, manejo de incógnitas.	
			Tratamiento de la representación semiótica	Operaciones	Recursos	Identificación de variables, proporcionalidad, incógnitas, despejes, atributos.
					Expansión Discursiva	Identifica conceptos propios de una ecuación lineal, comprende el significado de variable dependiente e independiente, realiza calculos matemáticos y reemplaza valores.
					Contracción	Identifica definiciones del OM $f(x)$ y $y=mx$, halla incógnitas, comprensión de variables y pendientes.
			Conversión de la representación semiótica	Criterios de Congruencia	Reformulación	Comprensión lectora y visual de símbolos y expresiones matemáticas.
					Correspondencia Semántica	Diferenciación de variables y relación con ejes.
					Univocidad semántica	Variable dependiente como eje x y variable independiente como eje y.
			Organización de las Unidades significantes	Construcción en el plano de los valores reemplazados en la ecuación lineal.		

3	REPRESENTACIÓN CARTESIANA	TALLER	Identificación/selección del registro semiótico	Recursos		Identificación de parejas ordenadas, ejes de simetría, posición en el plano cartesiano, cuadrantes, origen, coordenadas.
				Reglas de Conformidad		Ubicación de variables dependiente e independiente.
				Operaciones		Correspondencia entre variables, ubicación espacial y geométrica.
			Tratamiento de la representación semiótica	Recursos		Distribución del espacio, ubicación de puntos en el plano, comprensión de variables y ejes de simetría.
				Operaciones	Expansión Discursiva	Proporcionalidad, correspondencia de variables,
					Contracción	Comprensión de parejas ordenadas, ubicación espacial, trazado de marcas y líneas.
			Reformulación		Clasificación de parejas ordenadas, manejo de origen y ejes cartesianos.	
			Conversión de la representación semiótica	Criterios de Congruencia	Correspondencia Semántica	Variable dependiente e independiente, con columnas y filas.
					Univocidad semántica	Reconocimiento de una pareja ordenada con una relación en una fila. Reconocimiento del origen con valores de proporcionalidad directa.
					Organización de las Unidades significantes	Cada punto en el plano corresponde a una fila en la tabla de valores. Los ejes de simetría corresponde a las variables dependiente e independiente.

4	REPRESENTACIÓN TABULAR	TALLER Y VIDEO TABULACIÓN	Identificación/selección del registro semiótico	Recursos		Columnas, filas, establece relaciones y comparaciones entre datos, permite descubrir propiedades y características.
				Reglas de Conformidad		Relación de proporcionalidad directa, identificación de variables, reconocimiento de columnas y filas.
				Operaciones		Correspondencia entre variables, relaciones entre atributos.
			Tratamiento de la representación semiótica	Recursos		Comprensión de variables, en columnas y filas. Comportamiento proporcional.
				Operaciones	Expansión Discursiva	Regla de proporcionalidad
					Contracción	Relaciones contextuales problema y comprensión de situaciones variables.
			Reformulación		Registros únicos de correspondencia de variables.	
			Conversión de la representación semiótica	Criterios de Congruencia	Correspondencia Semántica	Cada variable contiene una distribución de datos que permiten el trazado de puntos en la gráfica.
					Univocidad semántica	La columna de la variable independiente corresponde al eje del plano X y la variable dependiente al eje del plano y.
					Organización de las Unidades significantes	Correspondencia por filas a cada par ordenado para la construcción de la gráfica del OM.

5	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	TALLER, PRESENTACIÓN PROPORCIONALIDAD Y FUNCIÓN LINEAL Y VIDEO GRÁFICA	Identificación/selección del registro semiótico	Recursos		Permite visualizar tratamientos como traslaciones, reflexiones, contracciones, dilataciones, movimientos, comportamientos de la pendiente.
				Reglas de Conformidad		Análisis visual, comportamiento de variables o magnitudes, comportamientos proporcionales.
				Operaciones		Relaciones, cálculos, identificación de ejes de coordenadas, variables, origen. Manejo de dimensión espacial y proporcionalidad.
			Tratamiento de la representación semiótica	Recursos		Ubicación de puntos de coordenadas que representan las variables dependiente e independiente. Comprensión de proporcionalidad, manejo de regla y concepto de pendiente.
				Operaciones	Expansión Discursiva	Proporcionalidad, correspondencia de variables, manejo de dimensión espacial, comprensión de tipos de pendientes.
					Contracción	Relaciones contextuales en situaciones problema y comprensión de situaciones de variabilidad y proporcionalidad. Trabajo con pendientes y significados.
					Reformulación	Manejo de símbolos en el cálculo de ecuaciones para determinar valores de pendientes y coordenadas para ubicar en el plano, comprensión de posición de la recta en su concepto con la pendiente.
			Conversión de la representación semiótica	Criterios de Congruencia	Correspondencia Semántica	Cada punto en la gráfica corresponde a una relación de proporcionalidad, permite trazar la gráfica e identificar las pendientes y sus significados.
					Univocidad semántica	Valores numéricos que representan puntos en la gráfica que determinan comportamientos de magnitudes analizadas. Comprensión de variables dependiente e independiente con situaciones contextualizadas.
					Organización de las Unidades significantes	Correspondencia de variables con magnitudes. Análisis de situaciones que tiene comportamiento según el OM.

6	REPRESENTACIÓN PICTÓRICA	TALLER, PRESENTACIÓN PROPORCIONALIDAD Y FUNCIÓN LINEAL, SITUACIONES PROBLEMA	Identificación/selección del registro semiótico	Recursos		Dibujos, esquemas, bosquejos, líneas, marcas.
				Reglas de Conformidad		Descifrar información visualmente, Interpretar figuras, esquemas y gráficos.
				Operaciones		Mirada aleatoria de imágenes y relaciones de signos con magnitudes, comportamientos de líneas en gráficos. Iniciativa en la proposición de acciones para el conocimiento.
			Tratamiento de la representación semiótica	Recursos		Imagen, gráficos, estructuras y símbolos que acompañan la información.
				Operaciones		Reconocimiento de imágenes, estructuras y símbolos y relación con el OM.
					Contracción	Identificación e interpretación de información en imágenes, símbolos y estructuras diferentes que permiten inducir al OM.
					Reformulación	Comparación, interpretación y consolidación de estructuras, imágenes y símbolos que se ofrecen para llegar al OM.
			Conversión de la representación semiótica	Criterios de Congruencia	Correspondencia Semántica	Imágenes, estructuras y símbolos que permiten visualizar el comportamiento del OM, análisis y comprensión del OM.
					Univocidad semántica	Elementos que constituyen las imágenes, estructuras y símbolos encaminados a la aprehensión de conceptos y saberes.
					Organización de las Unidades significantes	Secuencias de información que consolidan el objeto matemático Función Lineal

El proceso de aplicación de los OVA se realizó durante tres meses en el aula de clase y en el aula de sistemas, en esa etapa los estudiantes resolvieron situaciones sobre razones y proporciones,

proporcionalidad, manejo de plano cartesiano, hasta llegar a trabajar ejercicios de la Función Lineal, todo ello mediante los OVA contenidos en la herramienta.

Durante la implementación se evidencia la construcción del OM función lineal en el pensamiento de los estudiantes, para lo que se aplican entrevistas didácticas de identificación y comprensión de conceptualizaciones, aprendizajes, experiencias, significados, entre otros, sobre el objeto matemático Función Lineal desde la perspectiva noético-semiótica y mediante el uso de la herramienta Matelengua. Finalmente, para la aplicación del OVA Gamificación para analizar resultados de aprendizaje del objeto matemático Función Lineal, se utilizaron las salas de sistemas, cada estudiante realizó su registro y utilizó el OVA gamificación.

Las diferentes representaciones semióticas que se analizan desde el OM función lineal, se incorporan al aula de clase desde Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA), estas herramientas son constituidas como elementos de aprendizaje y se encuentran incorporados en la herramienta web Matelengua, teniendo en cuenta los objetivos del presente trabajo. Las representaciones propuestas durante el análisis del OM son:

Registro lengua natural (oral y escrita): Se implementa un taller sobre la función lineal, una presentación sobre proporcionalidad, dos vídeos uno sobre tabulación y otro sobre graficación de la función lineal. Sin embargo, se aplicó de forma inicial un taller sobre proporcionalidad como actividad previa.

Registro Algebraico: Se implementa el taller función lineal y vídeo tabulación.

Representación Cartesiana: En este caso se hizo uso de preconceptos que fueron necesarios retomar, se abordó desde el OVA taller de Plano Cartesiano.

Representación tabular: Una vez planteado el trabajo de la representación cartesiana con el taller de plano cartesiano, se presenta el OVA vídeo tabulación de una función lineal y el taller de función lineal correspondiente.

Representación Gráfica: Se hace uso del taller de función lineal, la presentación proporcionalidad y el video gráfica de una función lineal.

Representación Pictórica: En esta representación se plantea el uso de los OVA Taller de función lineal, la presentación proporcionalidad y función lineal, situaciones problema.

Objeto Virtual de Aprendizaje Gamificación en Matelengua: Se aplica un juego de relación de columnas.

En la implementación y aplicación de los OVA del OM desde el enfoque noético-semiótico se realiza el análisis de tratamientos y conversiones de la TRRS obtenidos en la construcción del objeto matemático Función Lineal por parte de los estudiantes, a partir de las transformaciones semióticas mediante el uso de OVA del OM presentados en Matelengua, con el fin de seleccionar la información obtenida y comparar con la teoría de la perspectiva noético-semiótica de Duval (1999-2016), así como de los aportes realizados por D'Amore (2000).

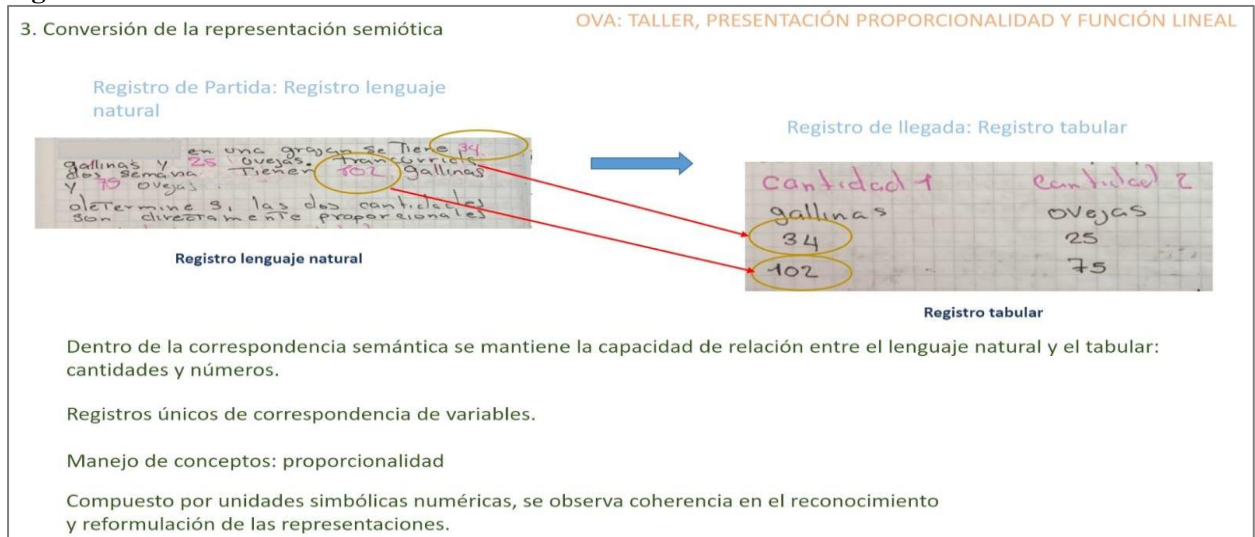
Conversiones dentro de las representaciones semióticas.

Para la conversión de las representaciones semióticas, se analizaron dentro de los criterios de congruencia la correspondencia semántica, como subcategorías: identificación de signos utilizados para denotar una ecuación o polinomio de primer grado y la capacidad de relación del lenguaje natural con el algebraico.

En este proceso en la matriz se presenta la secuencia de representación lenguaje natural a representación algebraica, ya en campo, se evidencia que, en el pensamiento matemático para la comprensión en el estudiante, estos primero hacen referencia a una representación aritmética antes que algebraica, siendo uno de los primeros hallazgos, ya que, el docente puede obviar este tipo de procesos y no presentarlos como saberes previos, situaciones que ponen en desventaja el proceso de pensamiento matemático y puede llegar a afectar la capacidad de comprensión en el estudiante.

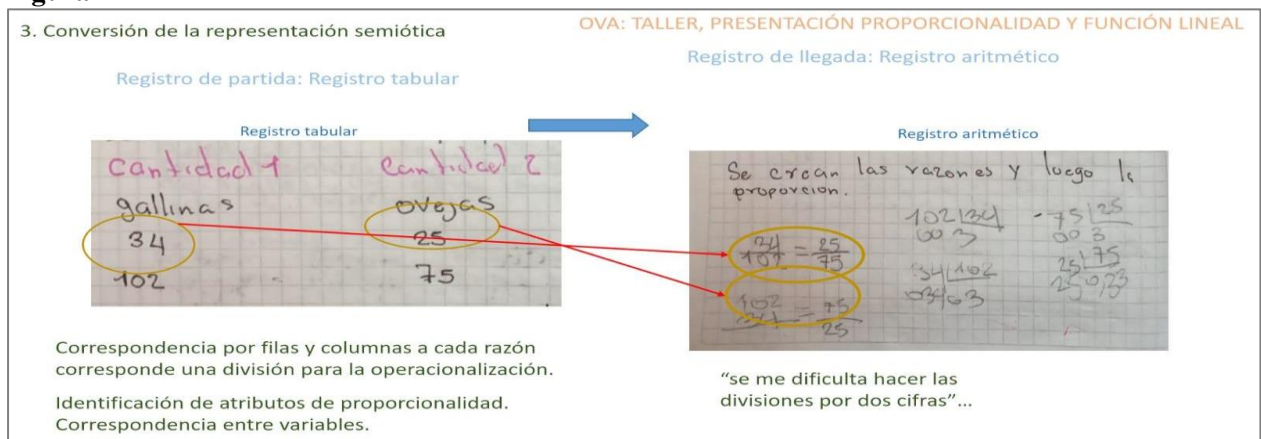
Dentro del análisis se observa que, el estudiante 3 (Figura 1 y 2) demuestra capacidad de relación del lenguaje natural con el aritmético. Cuando realiza identificación de variables, constantes, símbolos matemáticos y concluye con la conceptualización de Razones y proporciones acercándose de forma directa a la proporcionalidad.

Figura 1



Estudiante 3. Conversión del registro semiótico del registro lengua natural al registro de llegada registro tabular.

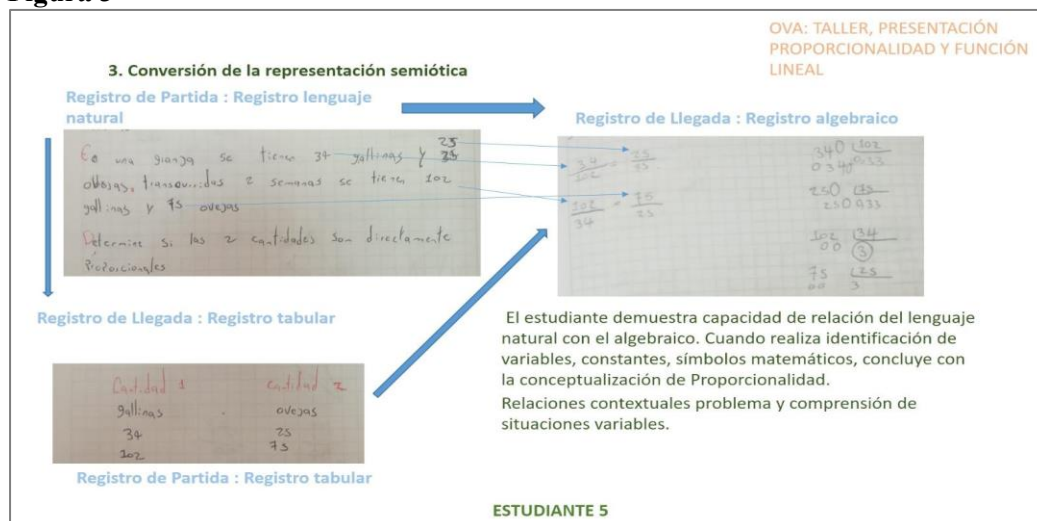
Figura 2



Estudiante 3. Conversión del registro semiótico, se observa capacidad de relación del lenguaje natural con el aritmético. Cuando realiza identificación de variables, constantes, símbolos matemáticos y concluye con la conceptualización de Razones y proporciones acercándose de forma directa a la proporcionalidad.

El estudiante 5 (Figura 3) presenta una correspondencia semántica, cuando realiza el tratamiento en el registro aritmético, realizando razones y proporciones y luego realizando la operacionalización, denota símbolos numéricos y establece variables.

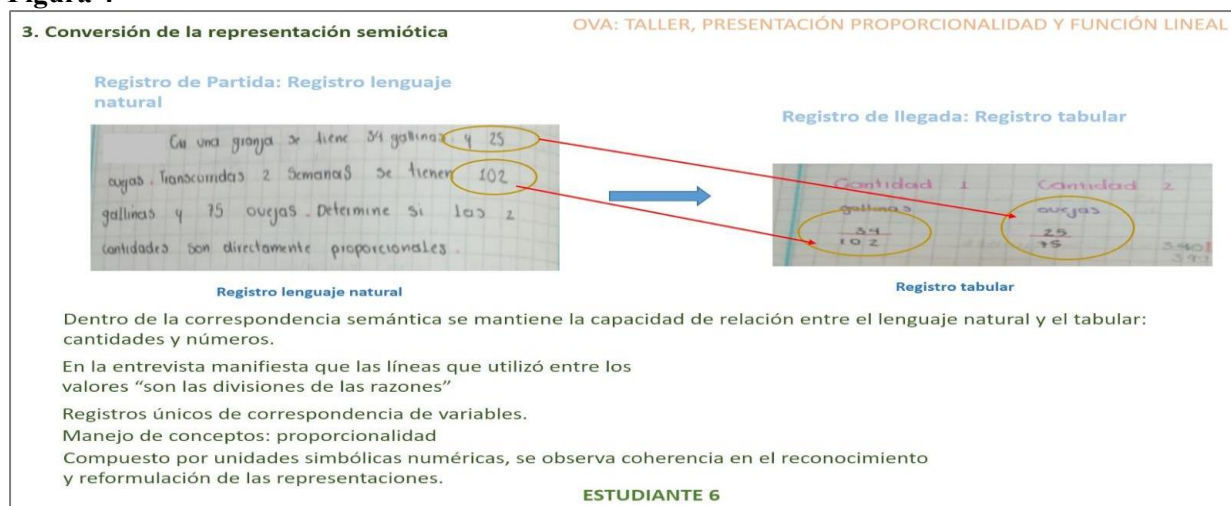
Figura 3



Estudiante 5 presenta una correspondencia semántica, cuando realiza el tratamiento en el registro aritmético, realizando razones y proporciones y luego realizando la operacionalización, denota símbolos numéricos y establece variables.

En la univocidad semántica, se analizó la identificación de variables, constantes, símbolos matemáticos, proporcionalidad, dependencia, independencia y ecuación. En esta el estudiante 6 (Figura 4) presenta unidades simbólicas numéricas, se observa coherencia en el reconocimiento y reformulación de las representaciones.

Figura 4

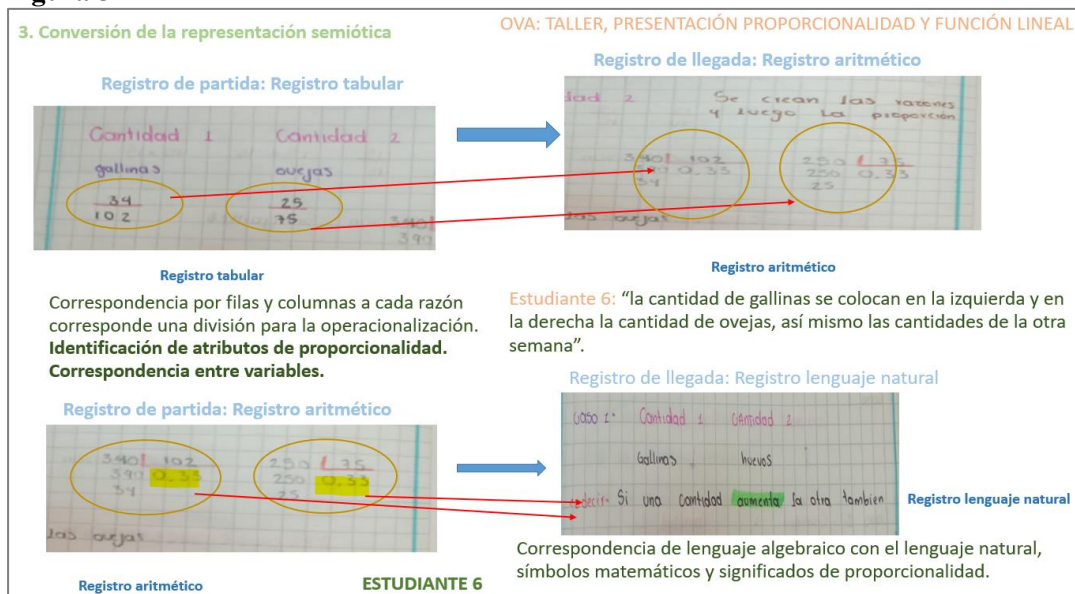


Estudiante 6 presenta unidades simbólicas numéricas, se observa coherencia en el reconocimiento y reformulación de las representaciones.

El estudiante 6 (Figura 5) no hace uso del símbolo igual para trabajar las razones y proporciones, los demás estudiantes si lo hacen, lo que permite establecer una fuerte relación entre la concepción de ecuación y la estructura de tabla de datos, sitúan los valores en columnas y filas, al igual que las razones y proporciones.

En la entrevista los estudiantes 5 y 6 manifiestan el uso de líneas para dividir las cantidades argumentan “aquí, también son las divisiones de las razones”

Figura 5

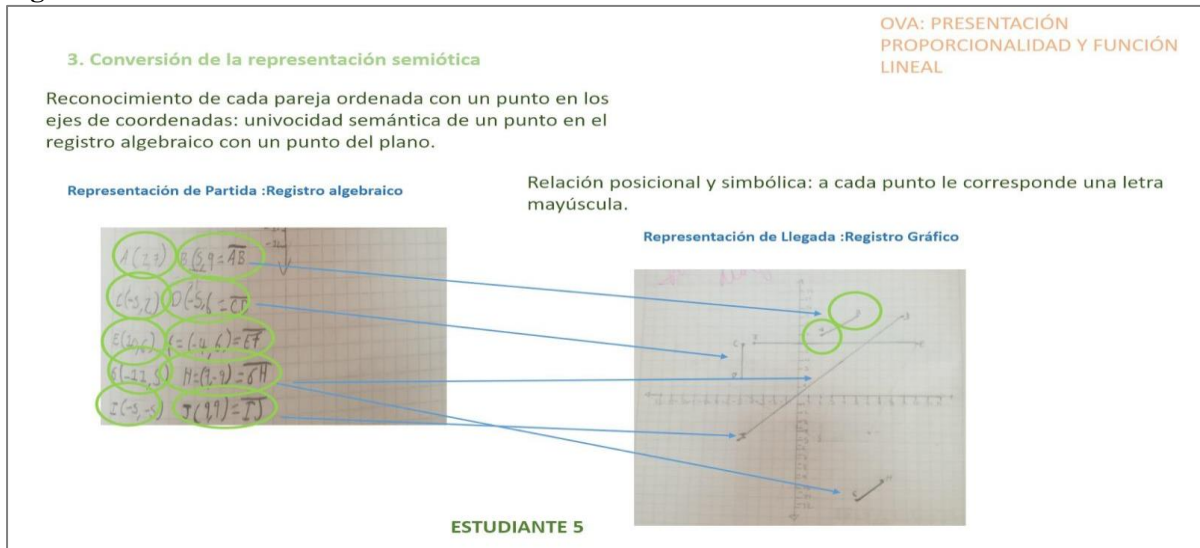


Estudiante 6 no hace uso del símbolo igual para trabajar las razones y proporciones, los demás estudiantes si lo hacen, lo que permite establecer una fuerte relación entre la concepción de ecuación y la estructura de tabla de datos, sitúan los valores en columnas y filas, al igual que las razones y proporciones.

En el registro cartesiana al registro gráfico, en el proceso de conversión se analizaron los criterios de congruencia, dentro de los que se observaron correspondencia semántica, con el análisis del manejo de las variables dependiente e independiente, en las columnas y filas; en cuanto a la univocidad semántica, se observó el reconocimiento de una pareja ordenada con relación en una fila, reconocimiento del origen con valores de proporcionalidad directa; en la categoría organización de las unidades significantes, se analizó que cada punto en el plano corresponde a una fila en la tabla de valores y los ejes de simetría que correspondan a las variables dependiente e independiente.

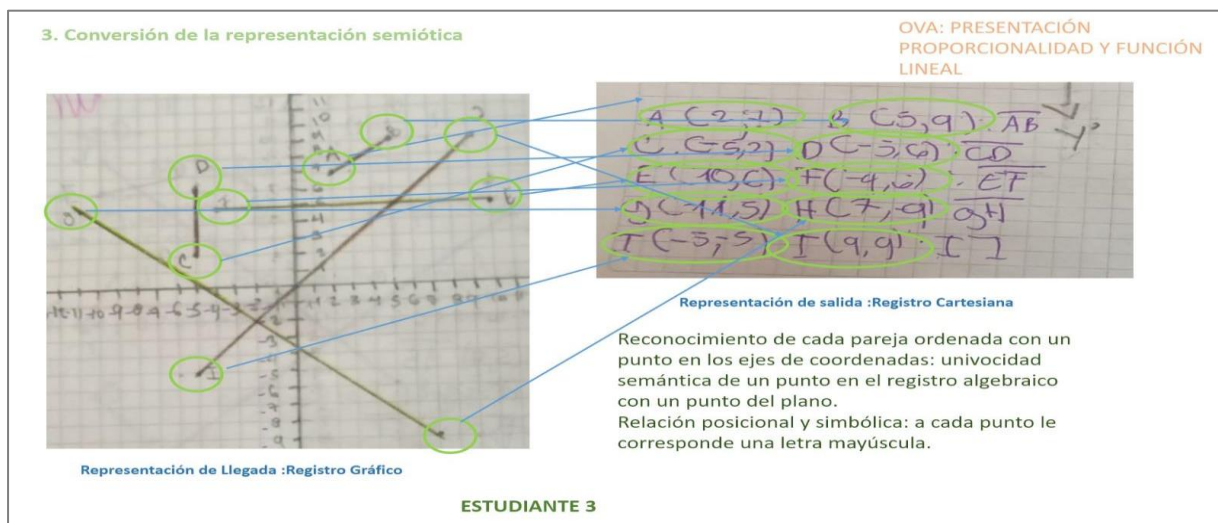
En el proceso se evidencia en todos los estudiantes, el reconocimiento de cada pareja ordenada con un punto en los ejes de coordenadas: univocidad semántica de un punto en el registro algebraico con un punto del plano, así como relación posicional y simbólica: a cada punto le corresponde una letra mayúscula. (Figura 6 y 7)

Figura 6



El estudiante 5 como ejemplo de que se evidencia en todos los estudiantes, el reconocimiento de cada pareja ordenada con un punto en los ejes de coordenadas: univocidad semántica de un punto en el registro algebraico con un punto del plano, así como relación posicional y simbólica: a cada punto le corresponde una letra mayúscula.

Figura 7



El estudiante 3 como ejemplo de que se evidencia en todos los estudiantes, el reconocimiento de cada pareja ordenada con un punto en los ejes de coordenadas: univocidad semántica de un punto en el registro algebraico con un punto del plano, así como relación posicional y simbólica: a cada punto le corresponde una letra mayúscula.

Dentro de la conversión de la representación semiótica se analizaron los criterios de congruencia en tres aspectos como son, correspondencia semántica, univocidad semántica y organización de las unidades significantes, para la representación algebraica se trabajó en la correspondencia semántica la diferenciación de variables y relación con ejes, en el caso de univocidad semántica la variable dependiente como eje X y variable independiente como eje Y , y para la organización de las unidades significantes, se trabajó la construcción en el plano de los valores reemplazados en la ecuación lineal.

En el caso de la representación tabular dentro de la correspondencia semántica, se observó los registros únicos de correspondencia de variables, en univocidad semántica se priorizó en la columna de la variable independiente corresponde al eje del plano X y la variable dependiente al eje del plano Y , en cuanto a la organización de las unidades significantes, se trabaja correspondencia por filas a cada par ordenado para la construcción de la gráfica del OM.

Los análisis en los procesos desarrollados por los estudiantes demuestran que, en todos los casos en la categoría de univocidad semántica (Figura 8), hubo reconocimiento de una pareja ordenada con una relación en una fila, reconocimiento del origen con valores de proporcionalidad directa, y que todos

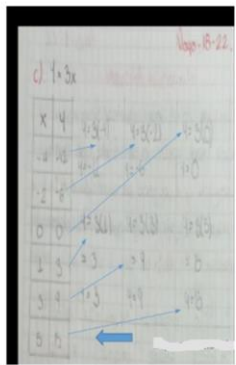
ubican la columna de la variable independiente en correspondencia al eje del plano X , así como la variable dependiente al eje del plano Y .

La gran mayoría comete errores en la escritura de los signos, por olvido o por realizar el trabajo sin corroborar antes de entregar, aunque los resultados estaban bien. Lo que permite evidenciar que, dentro de los procesos de pensamiento, los estudiantes no realizan una revisión, puede ser en la mayoría de los casos por hacer entrega de resultados, sin importar, los aciertos en los ejercicios.

Figura 8

OVA: TALLER Y VIDEO
TABULACIÓN

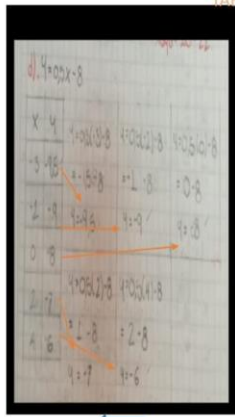
3. Conversión de la representación semiótica



Representación de Llegada: Registro tabular

Representación de Partida: Registro algebraico

Unicidad semántica:
Reconocimiento de una pareja ordenada con una relación en una fila.
Reconocimiento del origen con valores de proporcionalidad directa.
La columna de la variable independiente corresponde al eje del plano X y la variable dependiente al eje del plano y .



Representación de Llegada: Registro tabular

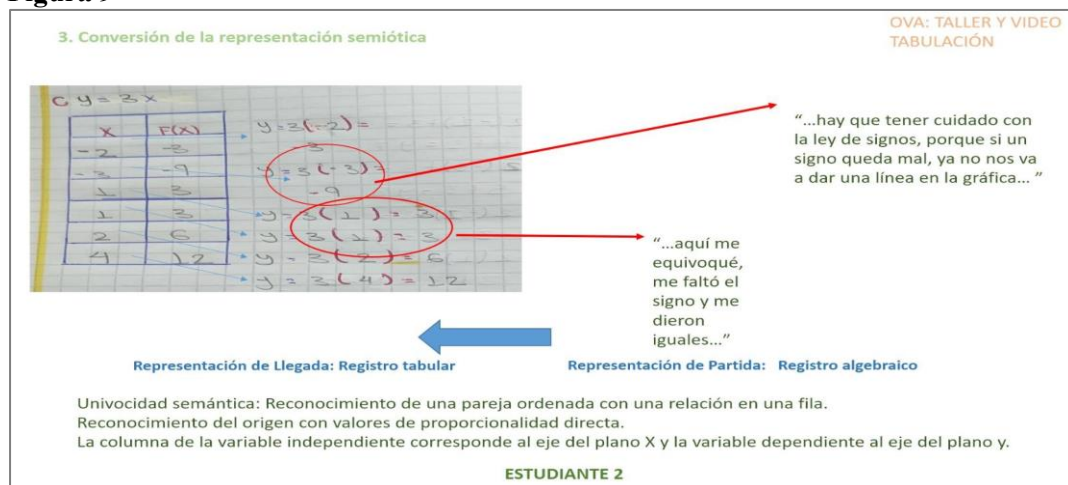
Representación de Partida: Registro algebraico

ESTUDIANTE 4

Estudiante 4 hubo reconocimiento de una pareja ordenada con una relación en una fila, reconocimiento del origen con valores de proporcionalidad directa, y que todos ubican la columna de la variable independiente en correspondencia al eje del plano X , así como la variable dependiente al eje del plano Y .

En el estudiante 2 (Figura 9) se puede apreciar según su semiosis expresiva y después de retroalimentar el proceso, que el estudiante es consciente de que un error en los procesos, puede llegar a realizar errores en la gráfica y realizarla mal.

Figura 9



Estudiante 2. Conversión de representación de salida y llegada. Se aprecia según su semiosis expresiva y después de retroalimentar el proceso, que el estudiante es consciente de que un error en los procesos, puede llegar a realizar errores en la gráfica y realizarla mal.

Indicar la población de estudio, los informantes claves o la muestra y el sistema de muestreo según correspondan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los constructos de los estudiantes sobre función lineal y el uso de diferentes objetos virtuales de aprendizaje mediante el uso de la herramienta Matelengua en relación con la Teoría de Registros de Representación Semiótica (TRRS) de Duval (1999) de acuerdo al planteamiento de la paradoja cognitiva, se evidenciaron diferentes situaciones constituidas al interior de las transformaciones semióticas (tratamientos y conversiones) entre los registros de representación semiótica del objeto matemático función lineal, en los que se observa que los estudiantes hacen uso de las representaciones semióticas para referirse al objeto matemático función lineal.

En la participaron de los seis estudiantes y en el proceso realizado al interior del aula se aplicaron diferentes OVA que se encuentran incorporados en la herramienta web Matelengua, los estudiantes los identificaron y los reconocieron ya que, cada uno de ellos permitía el acercamiento a los diferentes registros y representaciones semióticas para el objeto matemático.

Se observó que en el trabajo de las transformaciones semióticas, los OVA permitieron reconocer las características distintivas de los registros, estos últimos de acuerdo con Duval (1999) permiten adquirir funciones cognitivas, entre ellas el desarrollo de la visualización, la diferenciación de razonamientos

que caracterizan el uso del lenguaje natural, así como permitir las estructuras cognitivas dentro de los registros aritmético, algebraico, cartesiano, tabular, gráfico y pictórico, la coordinación de dichos funcionamientos, llevando al estudiante a la construcción del objeto matemático función lineal.

La reproducción de los vídeos llevó a la coordinación de los funcionamientos cognitivos que se evidencian en el manejo de las transformaciones semióticas, en el trabajo con los tratamientos y conversiones semióticas para la comprensión del objeto matemático.

En este proceso de razonamiento, en la comprensión de textos y la adquisición de tratamientos lógicos y matemáticos, se involucra el desarrollo del pensamiento de los estudiantes, permite valorar los obstáculos para el aprendizaje, aspectos que se van evidenciando durante el trabajo de los estudiantes y que permiten visualizar las diferentes barreras que se van construyendo y en las que se debe tener mayor hincapié durante la enseñanza para un mejor aprendizaje.

Durante el trabajo realizado por los estudiantes, se observa que, al realizar los tratamientos dentro de un mismo registro semiótico, cometen errores en los resultados, por la falta de identificación de símbolos matemáticos, es el caso del registro algebraico, en que un estudiante sigue escribiendo el tratamiento, pero suprime los símbolos, terminando por escribir sólo registros aritméticos. Al realizar la retroalimentación del trabajo, el estudiante comprende y corrige.

Los estudiantes reconocen los diferentes registros que se presentan en el objeto matemático se enfrentan a realizar conversiones entre los diferentes registros de representación, atendiendo a que debido a la diversidad de representaciones semióticas del objeto matemático, deben seguir transformándose se acuerdo a la necesidad del ejercicio, como lo son las gráficas, tablas, plano cartesiano, entre otros para el objeto matemático función lineal.

En el análisis de estas situaciones presenciamos la hipótesis de Duval (1999-2006), quien establece que no hay noesis sin semiosis, lo que involucra permanentemente el papel que juegan la puesta en escena de los registros semióticos que, siguiendo con la paradoja cognitiva, es la semiosis la que determina las condiciones de la noesis.

Lo anterior conlleva a afirmar que la elección de los registros, las representaciones semióticas, el adecuado uso de las transformaciones en los tratamientos y conversiones permite para Duval (1993,1999) el aprendizaje de las matemáticas.

Dentro de los aspectos característicos de la semiótica, se encuentra el contenido y la representación semiótica, en esta se debe precisar dentro del proceso de enseñanza que los estudiantes presentan confusiones al realizar los tratamientos y conversiones, es por ello que se debe presentar los aspectos característicos del registro y de la representación semiótica, aunque no se desarrolle con la misma terminología, pero si conviene para la comprensión, clarificar en el pensamiento del estudiante cómo identificar los diferentes registros.

El análisis de las entrevistas iniciales, coinciden con la confusión que advierte Duval, en el aprendizaje intelectual de los objetos representados según Duval (1999), en los que se debe tener en cuenta los análisis y condiciones de la semiosis, los tratamientos y las conversiones en los diferentes sistemas semióticos, al no hacerlo puede constituir una confusión entre el objeto representado y la representación, pues los estudiantes no logran identificar dos representaciones de un mismo objeto.

Este análisis que desde el punto de vista semiótico corresponde al tratamiento, teniendo en cuenta que dentro del registro aritmético los estudiantes también presentan confusiones que no permiten la comprensión del objeto matemático, como lo enuncia Rojas (2012) en su tesis doctoral, cuando plantea que los estudiantes pueden presentar mayor confusión en los tratamientos (transformaciones dentro del mismo registro semiótico) que, en las conversiones, diferente a como lo determina Duval. Para Duval (1999, 2004, 2017) las conversiones (cambio de registro semiótico) es una de las operaciones cognitivas fundamentales en las que el estudiante encuentra mayor dificultad a la hora de adquirir el conocimiento matemático.

CONCLUSIONES

Dentro de los procesos de conversión se encontró dentro del pensamiento matemático que, los estudiantes proceden primero a una representación aritmética antes que algebraica, realizan identificación de variables, constantes, símbolos matemáticos que los lleva a una conceptualización de razones y proporciones acercándose de forma directa a la proporcionalidad, se observa coherencia en el reconocimiento y reformulación de las representaciones, cuando los estudiantes reconocen la representación lengua natural y realizan la conversión a las representaciones algebraica y aritmética, así mismo cuando realizan la conversión de la representación tabular a la gráfica.

Desde la investigación realizada por Oviedo et al. (2012) afirman que el trabajo con las representaciones semióticas no es un trabajo consciente desde el pensamiento de los estudiantes, por lo que permite que se presenten mayores confusiones a la hora de abordarlos, por ello como se evidenció en los procesos descritos la presentación de las representaciones semióticas a partir de los objetos virtuales de aprendizaje, permite el reconocimiento de conceptualizaciones de una forma más clara para los estudiantes y el reconocimiento de las mismas.

Oviedo et al. (2012) sostienen que los diferentes escenarios en los textos en general diferencian para algunos objetos matemáticos el trabajo de representaciones algebraicas de las representaciones geométricas, lo que permite tener una mirada parcialmente visual del objeto, por ello sugieren que los docentes realicen mayor hincapié a la hora de abordar las diferentes representaciones semióticas que existen para un solo objeto matemático y no sólo esto, desde los resultados propios de esta investigación con relación a la teoría de Duval, se precisa que para la elección de las características distintivas del objeto matemático bajo análisis o en proceso de presentación, se debe primero elegir los registros semióticos, las representaciones semióticas característica del registro elegido y permitir en los estudiantes el tratamiento al interior del registro y llevando al estudiante a la conversión.

Incorporar la semiótica en la didáctica de la matemática con objetos virtuales de aprendizaje se presenta como una estrategia pedagógica que evidencia la aprehensión de forma efectiva, dinámica, sólida, motivadora y contextualizada, de los objetos matemáticos, en este caso el objeto función lineal, desde la realidad de los estudiantes y sus necesidades, ofrece a los docentes posibilidades hacia nuevos retos y desafíos en educación.

Para la herramienta Matelengua queda el camino de cambio en el que cada objeto matemático sea abordado desde las transformaciones semióticas, el análisis de los tratamientos y conversiones para cada objeto matemático que presenta, ya que, dentro de su construcción, no se tuvo presente el enfoque noético-semiótico de Duval, que permite claramente visualizar los constructos del pensamiento cognitivo matemático de los estudiantes y aún desde la mirada de muchos docentes, que no reconocen el trabajo desde los registros de representación semiótica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Duval, R. (1993). Semiosis y noesis. En E. Sánchez y G. Zubieta (Eds.), *Lecturas en didáctica de la matemática: Escuela Francesa* (pp. 118-144). México: Sección de Matemática Educativa del CINVESTAV-IPN.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine: registres sémiotiques et apprentissages intellectuels* (Vol. 4). Berne: Peter Lang.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos de aprendizajes intelectuales*. Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 9(1), 143-168.
- Duval, Raymond (2016). Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas. En Duval, Raymond; Sáenz-Ludlow, Adalira (Eds.), *Comprensión y aprendizaje en matemáticas : perspectivas semióticas seleccionadas Énfasis* . (pp. 61-94). Bogotá, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Duval, R., & Duval, R. (2017). Mathematical activity and the transformations of semiotic representations. *Understanding the mathematical way of thinking—The registers of semiotic representations*, 21-43.
- D'Amore B. (2000). *La didáctica de las matemáticas en el cambio de milenio: raíces, conexiones e intereses, en las matemáticas y su enseñanza*.
- D'Amore B. (2004). *Conceptualización, registros de representaciones semióticas y noética: interacciones constructivistas en el aprendizaje de los conceptos matemáticos e hipótesis sobre algunos factores que inhiben la devolución*. Uno. Barcelona, España. 35, 90-106.
- García Castro, L. I. (2021). *Los sistemas conceptuales de los racionales que poseen los niños y niñas de quinto grado—una perspectiva semiótica*.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (2017). *Discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Routledge.
- Kaput, J. J. (1994). The representational roles of technology in connecting mathematics with authentic experience. *Didactics of mathematics as a scientific discipline*, 379-397.

- Kieran, C., & Filloy, E. (1989). El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
- MATELENGUA NOVENO. (2015). *matelengua*. Recuperado el 10 de octubre de 2020, de <https://kbon1526.wixsite.com/matelengua/matelengua-noveno>
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Lineamientos curriculares de matemáticas, 1998. Recuperado el 1 de agosto de 2021 de https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Estándares básicos de competencias en matemáticas, 2003. Recuperado el 1 de agosto de 2021 de: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- Oviedo, L., Kanashiro, A. M., Bnzaquen, M., & Gorrochategui, M. (2012). Los registros semióticos de representación en matemática. *Revista Aula Universitaria*, 13, 29-36.
- Radford, L. (1998). On signs and representations. A cultural account. *Scientia*
- Rojas Garzón, P. J. (2012). Articulación y cambios de sentido en situaciones de tratamiento de representaciones simbólicas de objetos matemáticos.
- Rojas, P. J. (2012). Sistemas de representación y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 12(1).
- Rico Romero, L. (2009). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática. *pna*.
- Skemp, R. R. (1980). *Intelligence, learning and action*.