



# Los Registros Semióticos Triádicos (RST) En Contextos Argumentativos Para La Comprensión De La Cinemática En Estudiantes De La Media (15 a 16 Años): Análisis De Casos Múltiples<sup>1</sup>

Triadic Semiotic Records (RST) In Argumentative Contexts For The Understanding Of Kinematics In Average Students (15 To 16 Years Old): Multiple Case Analysis

 Edwin Mosquera Lozano<sup>2</sup>  
 Germán Londoño Villamil<sup>3</sup>

Recepción: Abril 15 de 2021  
 Aprobación: Mayo 28 de 2021  
 Publicación: Junio 30 de 2021

#### Cómo citar este artículo:

Mosquera L, Edwin. Londoño V, Germán (2021). “Los registros semióticos triádicos (RST) en contextos argumentativos para la comprensión de la cinemática en estudiantes de la media (15 a 16 años): Análisis de Casos Múltiples”.

Miradas, Vol. 16, N° 1, pp. 31 - 45

<https://doi.org/10.22517/25393812.24870>

<sup>1</sup> Artículo derivado de la investigación en el doctorado en didáctica de la UTP titulados: “Influencias de una estrategia didáctica enfocada en registros semióticos triádicos sobre trabajo y energía para la comprensión de la energía mecánica”

<sup>2</sup> Candidato a Doctor en Didáctica de las Ciencias Naturales –Universidad Tecnológica de Pereira, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5429-9288> [yuyu@utp.edu.co](mailto:yuyu@utp.edu.co)

<sup>3</sup> Doctor en Investigación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales Universitat de Valencia – España; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8031-4357> [didacticaambientalastronomia@gmail.com](mailto:didacticaambientalastronomia@gmail.com)

## Resumen

Este artículo se enmarca en una investigación en la didáctica de la física utilizando semiótica en contextos argumentativos. En esta ocasión se explora sobre el movimiento rectilíneo uniforme. Se inicia ilustrando sobre las actitudes negativas que presentan los estudiantes en el aprendizaje de la física por su complejidad matemática y sus relaciones con los registros semióticos. La categoría “registros semióticos triádicos” (RST) surge de la perspectiva de Duval y los modelos triádicos del signo, asimismo, algunas investigaciones que aplican los registros semióticos en la didáctica de la física; las relaciones entre argumentación y la semiótica, y la implementación de los RST usando las TIC durante el año 2020 en la modalidad no presencial. El enfoque fue cualitativo con estudio de casos múltiples, los datos fueron talleres que se realizaron en clase, y la pregunta que se hizo fue: ¿Cómo influye la perspectiva de los RST en la construcción de conocimiento sobre cinemática en estudiantes de la media (15 a 16 años)? Según los resultados, la estrategia didáctica a partir de RST en contextos argumentativos desarrolla en los estudiantes habilidades para transferir los conocimientos matemáticos en la comprensión de la física, sin embargo, se debe prestar atención para que los procedimientos de formación, conversión y tratamiento influyan de manera directa en las habilidades explicativas, argumentativas y solución de problemas de los estudiantes porque de lo contrario se convierten en carga cognitiva negativa para la comprensión de los fenómenos.

**Palabras Claves:** Carga cognitiva, Cinemática, Contexto argumentativo, Registros semióticos triádicos.

## Abstract

This article is part of an investigation in the didactics of physics using semiotics in argumentative contexts. This time the uniform rectilinear motion is explored. It begins by illustrating the negative attitudes that students present in the learning of physics due to its mathematical complexity and its relationships with semiotic records. The category “triadic semiotic registers” (RST) arises from Duval’s perspective and the triadic models of the sign, as well as some investigations that apply semiotic registers in the didactics of physics; the relationships between argumentation and semiotics, and the implementation of the RST using ICT during the year 2020 in the remote mode. The approach was qualitative with a study of multiple cases, the data were workshops that were carried out in class, and the question that was asked was: How does the perspective of the RST influence the construction of knowledge about kinematics in students of the mean (15 to 16 years)? According to the results, the didactic strategy based on RST in argumentative contexts develops in students’ abilities to transfer mathematical knowledge in the understanding of physics, however, attention must be paid so that the training, conversion, and treatment procedures influence directly in the explanatory, argumentative and problem-solving skills of students because otherwise they become a negative cognitive load for the understanding of the phenomena.

**Keywords:** Cognitive load, Kinematics, Argumentative context, Triadic semiotic registers.

## Introducción

De acuerdo con Solbes et al. (2007) y León y Londoño (2013), las actitudes negativas que presentan muchos estudiantes por el aprendizaje de las ciencias, y en especial la física, radica entre otros, en la mayor complejidad de su estructura matemática, la cual contiene distintas representaciones como son : esquemas, diagramas, graficas, ecuaciones entre otras.

Según Pizarro M (2014) e Idoyaga (2020), si en el proceso de enseñanza y aprendizaje se descuidan las representaciones, estas se vuelven una carga cognitiva de acuerdo con Aptus (2020), quienes se apoyan en los aportes de John Sweller, debido a que el cerebro tiene un límite para la cantidad de información nueva (memoria de trabajo) y se desconoce su capacidad para procesar la almacenada (memoria a largo plazo).

En palabras de Da Silva Faria (2019), la carga Cognitiva en el aprendizaje de la física se asocia con sus componentes matemáticos y de acuerdo con Salica (2019), esto se puede mejorar con el trabajo colaborativo, usando TIC, conformando grupos con diversidad de género ( masculino y femenino) porque se encontró mayor variedad en las habilidades visuales, auditivas y kinestésicas en estos grupos; además, la investigadora recomienda revisar el tema de las concepciones alternativas porque son resistentes a los procesos de aprendizaje y aumentan la carga cognitiva. En otras palabras, la carga cognitiva puede ser inversamente

proporcional a los procesos de comprensión en los estudiantes.

Por lo tanto, resulta conveniente analizar la semiótica de la física a partir de teorías que se relacionen con las matemáticas. Esto permite implementar procesos que ayuden a los estudiantes a desarrollar habilidades para transferir los conocimientos matemáticos en la comprensión de la física, y, además, vigilar aspectos sobre las concepciones alternativas y la carga cognitiva tanto de los contenidos como del uso de las tecnologías en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## Los Registros Semióticos

El conocimiento de los registros semióticos se enmarca en la teoría de la representación (TR) y recibe aportes desde la filosofía, psicología, la ciencia cognitiva, la neurociencia y la semiótica.

Desde la ciencia cognitiva, Varela (1988) analiza la creación del modelo de la mente a partir de las computadoras. Desde la filosofía Botero (1993), analiza la pertinencia de las representaciones externas o semióticas frente a la intencionalidad o representaciones internas, y Duval (2017), revisa las transformaciones de los registros semióticos a partir de procesos de conversión y tratamiento.

Para Tamayo (2006), el uso de representaciones influye en el cambio conceptual de los estudiantes y estas se deben trabajar a partir de aspectos científicos y cotidianos

involucrando multimodalidad, la multirepresentacionalidad, la conversión y el tratamiento.

Para Duval (2017), los registros semióticos son representaciones que cumplen funciones cognitivas permitiendo a los estudiantes la comprensión de los objetos y fenómenos mediante procesos de formación, conversión y tratamiento, y de acuerdo con Ignacio Idoyaga et ál. (2020), las representaciones toman vital importancia en época de pandemia Covid-19 porque se han producido múltiples representaciones semióticas entorno al conocimiento del virus.

Las transformaciones y conversiones se realizan mediante operaciones semióticas externas (semiosis) e internas (noesis / pensamiento). Esta perspectiva de Duval (2017, p. vi), se apoya en Saussure, Peirce y Frege, es decir, se nutre de elementos de los modelos diádicos y triádicos del signo.

Según Duval and Sáenz-Ludlow (2016), las conversiones son transformaciones de representaciones que consisten en cambiar un registro sin modificar los objetos denotados, y para algunos investigadores es una actividad que causa muchas dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por otra parte, los tratamientos son transformaciones dentro de un mismo registro.

Los registros semióticos se clasifican según su función estructural en multifuncionales y monos funcionales; y de acuerdo con sus relaciones y

usos del lenguaje en discursivos y no discursivos. De la intersección de estos surgen 4 tipos de registros que son: polifuncionales lingüísticos (lenguaje natural); polifuncionales no lingüísticos (representaciones icónicas, diagrama de cuerpo libre); mono funcionales lingüísticos (lenguaje algebraico, ecuaciones); mono funcionales no lingüísticos (gráficas bidimensionales, gráficas cartesianas) (Duval, 2017).

### **Registros Semióticos en el Campo de La física**

Los registros semióticos ayudan en el desarrollo de habilidades para transferir los conocimientos matemáticos hacia la física según Sparvoli (2015), y se deben usar como una estrategia que complementa otras actividades como los talleres y laboratorios.

El trabajo con registros semióticos permite conocer las habilidades que tienen los estudiantes para argumentar y relacionar la comprensión de los fenómenos y modelar la realidad, tal es el caso de caída libre (Parra & Ávila 2018).

La elaboración con los registros semióticos puede presentar discontinuidad ya que algunas temáticas son más susceptibles de ser abordadas con estas herramientas semióticas que otras. Por ejemplo, Mora (2019), menciona algunos hallazgos de investigadores sobre la discontinuidad en procesos de modelado de la ley de Ohm y circuitos eléctricos. Los temas donde se requiere la función

lineal, por ejemplo, el movimiento rectilíneo uniforme, muestra alto grado de continuidad para trabajar con esta estrategia.

Cuando se trabajan temas relacionados entre matemáticas y física, los estudiantes aprenden con mayor facilidad los procesos de conversión y tratamiento. Por ejemplo, una investigación en el campo de las matemáticas con estudiantes de física realizada por Farabello & Trigueros (2020) consistente en la transformación de funciones desde la perspectiva de Duval; evidenció que los estudiantes tuvieron mejores desempeños con la función sinusoidal frente a la función cuadrática como un hecho sorprendente.

Según los investigadores, esto se debió, posiblemente, a que los estudiantes estaban repasando también el movimiento armónico lo cual ratifica los vínculos estrechos entre la didáctica de las matemáticas y la física con relación a la comprensión de los fenómenos.

## Los registros semióticos triádicos

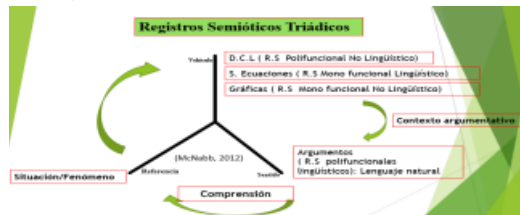
Según (Castañares, 2002), existen dos grandes perspectivas para agrupar los modelos semióticos que son: los asociacionistas y los inferencialistas. Los asociacionistas, es decir, la construcción del signo a partir de la asociación entre un significado y un significante, y los inferencialistas o sustitutivos, es decir, la construcción del signo a partir de un proceso de inferencia entre los objetos/fenómenos y sus representaciones. De

estas perspectivas surgen los modelos diádicos, triádicos y cuaternario del signo.

De acuerdo con Marcos (2020, p.76 y 77) los diez modelos triádicos del signo más destacados contienen tres elementos principales que son: vehículo, sentido y referencia. Estos modelos son los de Platón, Aristóteles, los Estoicos, Boecio, Bacon, Leibniz, Peirce, Husserl, Ogden & Richards y Morris. Dichos modelos permiten la comprensión de los fenómenos desde una perspectiva inferencialista de la realidad a partir de la construcción de conocimientos aprovechando las relaciones semióticas que existen entre los componentes del correlato triádico, es decir, el referente, el vehículo y el sentido.

Figura 1

Los registros semióticos triádicos (Constructo teórico)



Nota: La idea del Tripie se toma a partir de (McNabb, 2012)

Se considera que el camino a la “comprensión” comienza en el referente o realidad, la cual, llega a nuestros sentidos a través de los registros semióticos. Una manera de mostrar la comprensión es a través de los procesos de reconocimiento de las relaciones de los registros, y a su vez, utilizando estos como insumos para

argumentar sobre la realidad y resolver problemas.

Una manera de comenzar la comprensión es a partir de experimentos mentales y caseros que motiven el aprendizaje según lo plantean Nardi & Castiblanco (2014) y Castiblanco (2019); usando algunos laboratorios remotos como los de Orduña et al. (2018); laboratorios virtuales PhET que ilustra Putranta et al. (2019) o laboratorios virtuales que hacen énfasis en la metodología STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) como se ilustra en Fuentes et al. (2019), asimismo talleres y tareas en clase. Todo lo anterior, se realiza para hacer énfasis en procesos de formación, conversión y tratamiento de registros semióticos.

Este artículo contiene un resumen con los elementos esenciales del documento, una introducción que destaca los aspectos teóricos y algunas discusiones, la metodología de casos múltiples y finalmente, los resultados y conclusiones.

## La argumentación en el aula

De acuerdo con Ruiz Ortega, Tamayo Alzate, & Márquez Bargalló (2015), la argumentación es una herramienta que permite a los estudiantes explicar sus representaciones internas.

Para Cano (2010), la semiótica entre otras disciplinas, influye en los procesos argumentativos ya sean de tipo *analítico o lógico (razonamiento formal)*, *retórico (razonamiento*

*informal)*, *pragmadialéctica (razonamiento informal)*.

El *enfoque lógico* se basa principalmente en el modelo de Toulmin. Este se utiliza para analizar la estructura de la argumentación y su forma lógica. Su principal limitación radica en no poder captar los aspectos dialógicos de los componentes, el contexto y la tarea que se realiza.

*El enfoque retórico* utiliza la fuerza de los argumentos para tratar de persuadir a un público sobre temas de la vida social. Su principal falencia es su unidireccionalidad porque no se establece un diálogo con la audiencia.

*El enfoque pragmadialéctico*, busca consensos entre las partes utilizando distintas estrategias. Algunos consideran que es estático y abstracto pues no permite establecer estrategias universales para su análisis y construcción de conocimiento. Este *enfoque* analiza la evolución del

proceso comunicativo de argumento-contraargumento y refutación en la construcción de conocimiento. Su debilidad está en no reconocer los procesos cognitivos, emocionales, afectivos y contextuales que influyen. En la práctica estos enfoques son complementarios y no excluyentes.

**Aproximaciones a la comprensión de la Argumentación desde las investigaciones** La argumentación es un concepto complejo y de acuerdo con Erduran et al. (2015), se asocia al

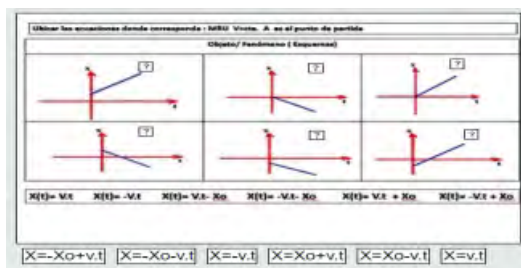


En la figura 2, la ciclista parte de cierta posición inicial ( $X_i$ ) y puede desplazarse con distintas velocidades, en una dirección y en ambos sentidos (dirección horizontal; sentidos: derecha o izquierda). Esto permite analizar todos los casos posibles del movimiento rectilíneo uniforme. Por ejemplo, la ciclista se queda quieta en un punto  $X(t)=\text{constante}$ ; se mueve hacia la derecha o izquierda iniciando desde un punto  $X(t) = X_i \pm V \cdot t$  (Tres casos:  $X_i=0$ ;  $X_i > 0$ ;  $X_i < 0$ ). Las interpretaciones surgen mediante el sentido que les dan los estudiantes a las relaciones entre la referencia (ciclista en movimiento) y los distintos registros semióticos (ecuaciones, graficas, tablas ...).

Los conocimientos que se analizan en clase se revisan y refuerzan mediante evaluaciones en la plataforma Thatquiz.org (2019), la cual se diseñó para matemáticas pero tiene una interfaz que permite evaluar el reconocimiento de registros semióticos en distintas áreas de las ciencias.

**Figura 3**

*Evolución del reconocimiento de las relaciones entre registros mono funcionales: no lingüísticos (gráficas cartesianas) y lingüísticos (ecuaciones) en Thatquiz.*



*Nota:* Este registro se usó en las clases y también durante las olimpiadas virtuales de física año 2020

## Metodología

El enfoque aplicado se realiza de forma cualitativa con estudio de casos múltiples de acuerdo con Creswell (2013). Se trata del desarrollo de la comprensión sobre la cinemática en 5 estudiantes de grado 10° de la Institución Educativa Cristo Rey de Dosquebradas (CASOS I, II, III, IV y V) durante el desarrollo de las actividades de aprendizaje en la modalidad no presencial en el año 2020 durante la pandemia Covid-19, usando actividades inclinadas hacia los RST. La elección de los casos se realizó por interés del investigador al conocer el grado de compromiso y motivación que mostraron estas estudiantes por la asignatura, debido a que, incluso en momentos de plena pandemia y cuarentena en los meses de marzo, abril y mayo, cuando aún no se retomaban las clases de manera no presencial, fueron las únicas que enviaron un trabajo de consulta sobre los respiradores mecánicos para las unidades de cuidados intensivos mostrando las representaciones relacionadas con física y matemática. La recolección y análisis de la información se realizó mediante la revisión de documentos producidos por cada caso. El proceso de validación consistió en la triangulación de tres fuentes de información de cada uno de los casos que fueron: 1-las representaciones semióticas producidas entorno a los conceptos de sistema de referencia, trayectoria, posición, desplazamiento y velocidad; 2-las habilidades para el cálculo de la rapidez y, 3-el análisis del movimiento rectilíneo uniforme de un objeto. Se analizó la estructura lógica de los argumentos en cada una de las



producciones de cada caso. El medio para realizar la clase fue la plataforma Classroom. Se analizaron 3 actividades haciendo énfasis en la comprensión a partir de los RST. La transcripción de algunos audios a textos se hizo mediante un documento de Google. La pregunta por la cual se parte es: ¿Cómo influye la perspectiva de los RST en la construcción de conocimiento sobre cinemática en estudiantes de la media (15 a 16 años)?

## Resultados y Conclusiones

**Actividad #1:** Representaciones semióticas iniciales de los estudiantes (Figura 4) de los estudiantes) y externos (representaciones en internet y/o libros de textos), es decir, resultan de la interacción de operaciones semióticas (externas) y noéticas (pensamiento) en los estudiantes de acuerdo con Duval (2017).

Figura 4

Representaciones semióticas iniciales de algunos conceptos

CASOS	Sistema de referencia	Trayectoria	Posición	Desplazamiento	Velocidad
I					
II					
III			No presentó		
IV					No presentó
V					

Nota: Fragmentos extraídos de los informes escritos de los estudiantes **Análisis.** Se solicitó a las estudiantes hacer dibujos a partir de las palabras Sistema de referencia, Trayectoria, Posición, Desplazamiento y Velocidad. Debido a la modalidad no presencial, es muy probable que muchos estudiantes optaron por realizar algunas búsquedas en internet, por lo tanto, estas representaciones

hacen parte de combinaciones entre los elementos internos (ideas propias)

Según los resultados, ninguno de los casos asocia la velocidad con aspectos matemáticos. Las representaciones de trayectoria y desplazamiento demuestran consistencia con la física y se pueden usar como puntos de partida para enseñar las diferencias entre rapidez y velocidad. Los casos II y IV muestran una representación sobre la posición y el sistema de referencia acordes con las matemáticas mientras que los casos I, III y V lo hacen desde la intuición o percepción corporal.

**Actividad # 2.** Comprensión sobre el cálculo de la rapidez (Figura 5)

Figura 5

Resultados de un ejercicio sobre el cálculo de la rapidez

Medio de Transporte	Posición (m)	Tiempo	Explicación
Bicicleta	900 m	5 minutos	$v = \frac{d}{t} = \frac{900\text{m}}{5\text{min}} = 180\text{m/min}$
Camioncito	1.200 m	5 minutos	$v = \frac{d}{t} = \frac{1.200\text{m}}{5\text{min}} = 240\text{m/min}$
Automóvil	3.600 m	5 minutos	$v = \frac{d}{t} = \frac{3.600\text{m}}{5\text{min}} = 720\text{m/min}$
Bús	4.000 m	5 minutos	$v = \frac{d}{t} = \frac{4.000\text{m}}{5\text{min}} = 800\text{m/min}$

Nota: Fragmento del trabajo de una estudiante

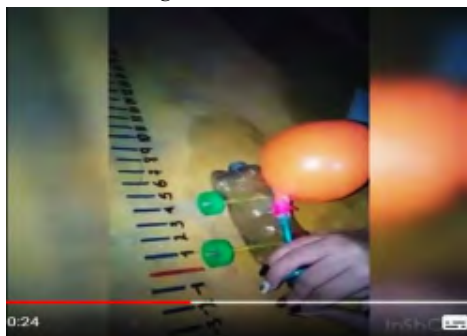
**Análisis.** Se planteó una situación en la cual un estudiante debía llegar al colegio optando por varios caminos por los cuales debería tardar siempre 5 minutos y a partir de esto las estudiantes calculaban la rapidez por las distintas trayectorias. Según

los resultados, solo el caso III, realizó un procedimiento incorrecto frente al cálculo de la rapidez para los distintos casos que se solicitaron en la actividad. Este resultado es consistente con las predicciones de Tamayo (2006), sobre la influencia de las representaciones en la evolución conceptual. Bajo esta situación, se observa que el caso III que mostró las representaciones más intuitivas y alejadas de las ideas matemáticas y física, mostró falencias en el desarrollo de habilidades para calcular la rapidez.

**Actividad # 3:** Construcción de registros semióticos triádicos a partir de experimentos caseros (Figura 6)

Figura 6

Estudiante realizando su práctica de laboratorio en el seno de su hogar año 2020



Nota: Pantallazo de un video

**Análisis**

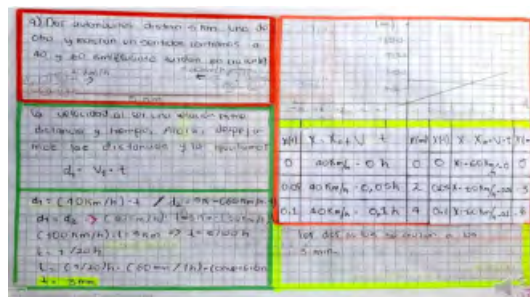
Mediante la propuesta de realizar un experimento casero se solicitó a las estudiantes que elaboraran un informe a partir del análisis del movimiento de un carrito impulsado por un globo.

Elas debían mostrar comprensión del sistema de referencia elegido, los cálculos de velocidad y la gráfica de posición contra tiempo en el MRU (Movimiento Rectilíneo Uniforme). Los casos I, II, IV y V enviaron la actividad excepto el caso III. Los datos reflejan comprensión del fenómeno del movimiento rectilíneo uniforme a partir de la construcción de registros verbales para describir las distintas situaciones, las ecuaciones y gráficas respectivas de cada movimiento. El experimento casero está soportado teóricamente por Nardi & Castiblanco (2014) y Castiblanco (2019) y constituyen una alternativa pertinente en estos tiempos de no presencialidad.

**Actividad # 4:** Solución de problemas sobre el movimiento rectilíneo uniforme (MRU) (Figura 7)

Figura 7

Solución de un problema de cinemática aplicando conceptos sobre los registros semióticos triádicos



Nota: Trabajo de uno de los casos

## Análisis

Se partió de la siguiente situación: “*Dos automóviles distan 5km uno del otro y marchan en sentidos contrarios a 40 y 60 km/h respectivamente. ¿Cuánto tardan en encontrarse?*”, luego, cada estudiante enviaba la solución de manera escrita junto con sus explicaciones y argumentos en un archivo de audio.

A continuación, se muestran las transcripciones de los audios.

*Caso I:* No se pudo obtener por que el archivo en PowerPoint no abre. La estudiante envió el trabajo en pdf y de allí se obtuvo esta imagen.

*Caso II:* “... fue que basándome en la actividad anterior y gracias a las ecuaciones y fórmulas del movimiento rectilíneo uniforme puede reemplazar los valores dados para hallar los que me pedían, Segundos para laborar ....las tablas lo que hice fue reemplazar los valores que ya tenía en la ecuación en la ecuación de  $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$  Qué es igual a la distancia inicial más la velocidad por ... el tiempo finalmente para poder hacer las gráficas lo único que hice fue en la Gráfica de posición fue asociar la distancia con el tiempo en la cual el eje  $x$  corresponde al tiempo y el de  $y$  a la distancia bueno en las gráficas de velocidad se asocia en la velocidad en el eje  $y$  con el tiempo en el eje  $x$  la velocidad es en kilómetros sobre segundos sobre 1 metros por hora a metros por segundo en físico Sencillamente en realidad era muy fácil ya que como tú la velocidad en este en el movimiento rectilíneo uniforme es constante es decir equivale la velocidad inicial sobre sólo era ubicar la velocidad inicial en LG en el eje  $y$  y la Gráfica de aceleración equivalía siempre a cero”

*Caso III:* “Dos automóviles distan de 5 km uno de otro y marchan en sentidos contrarios a 40 y 60 km por hora cuánto tardan en cruzarse Bueno entonces aquí sería velocidad sobre distancia y tiempo sería la fórmula entonces la de los es una relación entre la distancia y el tiempo antes hay que dejar la distancia y luego las igualamos entre la distancia uno sería de 40 kilómetros sobre hora por tiempo para la segunda instancia del otro auto sería  $\frac{5 \text{ km}}{60 \text{ km/h}}$  por hora por tiempo después de eso aquí igualarlas entre sería  $\frac{40 \text{ km}}{60 \text{ km/h}}$  por hora por tiempo igual  $\frac{5 \text{ km}}{60 \text{ km/h}}$  sobre hora por tiempo sumamos  $\frac{40}{60} + \frac{5}{60}$  y eso nos da  $\frac{45}{60}$  kilómetros sobre hora por tiempo igual  $\frac{5 \text{ km}}{60 \text{ km/h}}$  ponemos tal otro lado y quedaría tiempo igual cinco sobre 100 horas y luego sería tiempo igual uno sobre 20 horas eso nos daría entonces habrá que transformarlo y tenemos que tiempo =  $\frac{1}{20}$  horas por 60 minutos sobre una hora y eso nos daría un tiempo de 3 minutos por lo tanto los dos autos se cruzan en 3 minutos”

*Caso IV:* “... a las personas que presentación de 5 kilómetros cada uno de ellos y marquen en sentido contrario a 40 y a 60 kilómetros por hora cuánto tardan en encontrarse pues entonces tenemos dos autos que van en sentido contrario por lo tanto se cruzarán cuándo las distancias sean iguales ahora definimos la cuestión de momento quería pegar al tanque divirtió  $\frac{5 \text{ km}}{40 \text{ km/h}}$  Y uno igual afuera  $\frac{5 \text{ km}}{60 \text{ km/h}}$  por hora el segundo auto que fue de  $\frac{5 \text{ km}}{60 \text{ km/h}}$  pero igual quiere decir que cada distancia queda de 5 kilómetros Pero entonces

éste pues me disculpé y queda como 5 horas ahora sí tenemos que comprar encontrarse en se muera..”

*Caso V:* “En el ejercicio número 9 nos pide cuánto tiempo se cruzan los vehículos que están 5 km y sus velocidades son 60 y 40 kilómetros por hora ya que ya que la velocidad es una relación entre la distancia y el tiempo utilizamos la ecuación de velocidad y despejamos la distancia y las comparamos ya que distan exactamente 5 km bueno comparamos los dos distancias y realizamos una ecuación de segundo grado la igualdad queda sin 40 kilómetros sobre hora por tiempo igual 5 km -60 km sobre hora por tiempo despejamos el tiempo y nos queda uno sobre 20 horas realizamos la conversión de 1 sobre 20 horas a minutos y nos queda 3 minutos en la ecuación podemos observar Qué es encuentran a los 3 minutos”.

Según Ruiz Ortega, Tamayo Alzate, & Márquez Bargalló (2015), las representaciones ayudan a los estudiantes a construir sus explicaciones y argumentos. Sin embargo, en las explicaciones de todos los casos no se escucha referencia a las tablas y gráficas a pesar de encontrarlas en sus trabajos escritos. Se concluye que la mayoría siguió una receta o posible explicación de un experto para resolver el problema, pero la alternativa de solución que le ofreció a las estudiantes fue la tradicional aplicando fórmulas.

Además, se confunde el concepto de distancia con posición. La solución del problema resulta sencilla si las estudiantes manejan los conceptos de sistema de referencia y la ecuación de la línea recta. Suponiendo que el primer automóvil se encuentra

en el punto  $X_1 = 0$  km y el segundo se encuentra a 5 km a la derecha, las ecuaciones de movimiento para un sistema de referencia igual al plano cartesiano serán:  $X_1(t) = 40.t$  y  $X_2(t) = 5 - 60.t$ ; con estas ecuaciones es posible hacer tablas, graficas, calcular el tiempo que tardan en encontrarse y el punto de encuentro en un sistema de referencia acorde con la situación.

En conclusión, la estrategia didáctica a partir de RST ayuda a los estudiantes en el desarrollo de habilidades para transferir conocimientos de matemáticas hacia la física. Sin embargo, se recomienda implementar actividades donde los registros no sean un requisito de la tarea sino por el contrario, parte de la solución de los problemas contextualizados. De esta manera se evita que el trabajo con los registros semióticos se convierta en una carga cognitiva adicional para los procesos de aprendizaje. Una revisión de ideas previas a partir de registros semióticos puede dar luces sobre los estudiantes que tienen ventajas frente a los procesos de aprendizaje.

Además, los resultados destacan la comprensión de las actividades con los registros semióticos desde un nivel descriptivo y algunas veces explicativo por parte de las estudiantes. Sus niveles argumentativos son bajos y requieren de estrategias que las ayuden a justificar sus enunciados y buscar pruebas en el conocimiento científico.

Asimismo, la enseñanza de la cinemática a partir de experimentos caseros y la construcción de RST contribuye en la comprensión y el desarrollo de actitudes positivas de las estudiantes por el aprendizaje de las ciencias cuando ellas o ellos encuentran

sentido en los conceptos matemáticos. Para esto, se recomienda implementar procesos de construcción colaborativa de RST a partir de búsquedas en internet. Así, se incentiva el trabajo en equipo y también se reduce la carga cognitiva que representa la información en la nube.

Al mismo tiempo, el uso de los RST va en contravía de la solución de problemas en física a partir de fórmulas. El reto para esta metodología es convencer a los estudiantes sobre sus beneficios en el mediano y el largo plazo porque no se trata solo de entregar la tarea sino de comprender de manera profunda.

En síntesis, los registros semióticos triádicos ayudan a los estudiantes a transferir los conocimientos matemáticos hacia la física y modelar la realidad, sin embargo, algunas temáticas pueden presentar mayor discontinuidad que otras en sus registros semióticos, por lo tanto, se recomienda un trabajo conjunto entre las áreas de física y matemáticas para proponer ejercicios relacionados. Esto permite reducir la carga cognitiva en los procesos de enseñanza y aprendizaje en ambas áreas del conocimiento.

## Referencia bibliográfica

- Aptus, E. (2020). *Teoría de la carga cognitiva: un área de investigación que los profesores necesitan comprender*. [https://www.aptus.org/web/wp-content/uploads/2020/07/Articulo\\_2\\_Teoría-de-la-carga-cognitiva\\_Un-área-de-investigación-que-los-profesores-necesitan-comprender.pdf](https://www.aptus.org/web/wp-content/uploads/2020/07/Articulo_2_Teoría-de-la-carga-cognitiva_Un-área-de-investigación-que-los-profesores-necesitan-comprender.pdf)
- Archila, P. A. (2013). La argumentación en la formación de profesores de química: relaciones con la comprensión de la historia de la química. *Revista Científica*, 1(18), 50. <https://doi.org/10.14483/23448350.5561>
- Botero, J. J. (1993). A propósito de la “representación”: la filosofía de la mente de Searle y el cognitivismo-. *Universidad Nacional de Colombia*, 42(90), 5–30.
- Cano, M. I. (2010). *Argumentació i construcció del coneixement: Estratègies argumentatives dels estudiants universitaris en situació de debat*. 1–329.
- Castañares, W. (2002). Sign and representation in semiotic theories. *Estudios de Psicología*, 23(3), 339–357.
- Castiblanco, O. (2019). *Formando profesores de física en torno a caracterizaciones de la experimentación* (Vol. 11, Issue 1) [Tesis de libre docencia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia].
- Creswell, J. (2013). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*-SAGE Publications.

- Da Silva Faria, M. (2019). Dificuldade de Aprendizagem em Física à Luz da Teoria da Carga Cognitiva. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).  
<http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng->
- Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. In *Understanding the Mathematical Way of Thinking - The Registers of Semiotic Representations*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56910-9>
- Duval, R., & Sáenz-Ludlow, A. (2016). Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas. In *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas* (Vol. 1, Issue 2, pp. 61–94). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://funes.uniandes.edu.co/12213/>
- Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J. Y. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998–2014. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0020-1>
- Farabello, S. P., & Trigueros, M. (2020). *La Transformación de Funciones en el Aula de Física*. 25–47. <http://union.fespm.es/index.php/UNION/article/view/82/23>
- Fuentes, M., Arias, J., & Gil, M. (2019). *Estado del proceso enseñanza-aprendizaje mediado por simuladores en los colegios de Pereira*.
- Idoyaga, I. (2020). Representaciones Visuales en la Educación en Física. Desafíos para la Alfabetización de la Mente Digital. In *V Encuentro Internacional de Matemáticas y Física; 10º Congreso Nacional de Enseñanza de La Física y La Astronomía*.  
<https://www.enmafi.com/ponencias>
- Idoyaga, I., Moya, C. N., & Lorenzo, M. G. (2020). *Los gráficos y la pandemia. Reflexiones para la educación científica en tiempos de incertidumbre*. 5(1), 1–18.  
<http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/RevEdCsBiol/article/view/656/424>
- León, A. P., & Londoño, G. (2013). Las actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias y el cuidado del ambiente. *Amazonia Investiga*, 2(3), 109–129.
- McNabb, D. (2012). Omne Symbolum de Symbolo: Las huellas de Peirce que Derrida no rastreó. *Open Insight*, 3(4), 93. <https://doi.org/10.23924/oi.v3n4a2012.pp93-111.53>
- Mora, C. (2019). La Semiótica en la Enseñanza de la Física. *REAMEC-Rede Amazônica de Educação Em Ciências e Matemática*, 7(3), 126–134.  
<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9278/pdf>
- Nardi, R., & Castiblanco, O. (2014). *Didáctica da Física*
- Orduña, P., Rodríguez-Gil, L., García-Zubia, J., Angulo, I., Hernández, U., & Azcuenaga, E. (2018). Increasing the value of remote laboratory federations through an open sharing platform: LabsLand. (Vol. 22, pp. 859–873). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-64352-6\\_80](https://doi.org/10.1007/978-3-319-64352-6_80)

- Parra, F. J., & Ávila, R. (2018). *Análisis didáctico de registros semióticos en el contexto de la cinemática*.
- Pizarro M, D. A. (2014). Identificación de los factores que impiden la relación entre el objeto representado en clases de ciencias naturales y las representaciones externas en el grado décimo de la IETA Fernández Guerra. In *Universidad Nacional de Colombia*. <https://core.ac.uk/download/pdf/77275898.pdf>
- Putranta, H., Jumadi, & Wilujeng, I. (2019). Physics learning by PhET simulation-assisted using problem based learning (PBL) model to improve students' critical thinking skills in work and energy chapters in MAN 3 Sleman. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 20(1), 1–45.
- Ruiz, F. J., Tamayo, O. E., & Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 41(3), 629–646.
- Ruiz O, F. J., Tamayo, O. E., & Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 41(3), 629–646. <https://doi.org/10.1590/s1517-9702201507129480>
- Salica, M. A. (2019). Carga cognitiva y aprendizaje con TIC: estudio empírico en estudiantes de química y física de secundaria. *Revista Iberoamericana de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología*, 24, e08. <https://doi.org/10.24215/18509959.24.e08>
- Sampson, V., & Clark, D. (2008). The Impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93(3), 448–484. <https://doi.org/10.1002/sce.20306>
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91–117. <https://doi.org/10.7203/dces.2428>
- Sparvoli, V. (2015). Representaciones multimodales en cursos de física básica. *Revista de Enseñanza de La Física*, 27(2), 269–278. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/12616/12892>
- Tamayo. (2006). Representaciones Semióticas y evolución Conceptual en la enseñanza de las ciencias matemáticas. *Educación y Pedagogía, XVIII*, 37–49. <http://funes.uniandes.edu.co/10963/1/Tamayo2006Representaciones.pdf>
- Thatquiz.org. (2019). *Thatquiz*. <https://www.thatquiz.org>
- Varela, F. (1988). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas*.