

## Artículo de Investigación



# Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica

## Triadic semiotic registers and information and communication technologies in scientific literacy processes

**Edwin Mosquera Lozano\***

Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

[yuyu@utp.edu.co](mailto:yuyu@utp.edu.co)

<https://orcid.org/0000-0001-5429-9288>

**Germán Londoño Villamil**

Universitat de Valencia, España.

[didacticaambientalastronomia@gmail.com](mailto:didacticaambientalastronomia@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0001-8031-4357>

**Ignacio Julio Idoyaga**

Universidad de Buenos Aires, Argentina

[iidoyaga@ffyb.uba.a](mailto:iidoyaga@ffyb.uba.a)

<https://orcid.org/0000-0002-0661-915X>

Sección: **Artículo de investigación.**

Fecha de recepción: **29/06/2022** | Fecha de aceptación: **19/12/2022**

Referencia del artículo en estilo APA 7<sup>a</sup>. edición:

Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6), 1-23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>



Licencia [Creative Commons Attribution 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

International License (CC BY 4.0)

## Resumen

Este documento se enmarca en un proyecto de investigación en didáctica de la física en estudiantes de la escuela media y hace énfasis en la comprensión de los procesos de formación o alfabetización en registros semióticos a partir de la teoría de los registros de representación semiótica de Duval (TRRS) y el uso de las tecnologías de información y comunicación. Mediante un proceso pretest – formación – posttest no se observan diferencias significativas al organizar los datos por pregunta del cuestionario que se aplica o por estudiantes mediante un análisis paramétrico con prueba t de student. Sin embargo, se observan diferencias significativas cuando se clasifican los datos entre estudiantes que reciben el proceso de formación presencial y virtual. A pesar de que no se logra establecer una relación de dependencia entre grupos de registros y los resultados promedios, se destaca que los registros con tres componentes muestran mayores variaciones significativas que los de dos componentes. Los datos no son concluyentes y se invita a profundizar en este estudio.

**Palabras clave:** formación, registros semióticos triádicos, tecnologías de información y comunicación, trabajo y energía.

## Abstract

This document is part of a research project in didactics of physics in middle school students and emphasizes the understanding of the processes of formation or literacy in semiotic registers from Duval's theory of semiotic representation registers (TSRR) and the use of information and communication technologies. By means of a pretest - training - posttest process, no significant differences were observed when organizing the data by question of the questionnaire that was applied or by students through a parametric analysis with the student's t test, however, significant differences were observed when the data was classified between students who receive the face-to-face and virtual training process. Although it is not possible to establish a dependency relationship between groups of records and the average results, it stands out that the records with three components show greater significant variations than those with two components. The data is not conclusive and further investigation is encouraged.

**Keywords:** training, triadic semiotic registers, information and communication technologies, work and energy.

## 1. Introducción

Según Tamayo A. (2014) y Castiblanco A. y Nardi (2018), la didáctica de las ciencias debe contemplar aspectos dimensionales y multidimensionales que permitan comprender la complejidad de los procesos cognitivos, motivacionales y emocionales.

De esta manera, se analizan las relaciones entre los registros semióticos triádicos (RST) y las tecnologías de información y comunicación (TIC) en el contexto de la pandemia por Covid-19 y sus influencias en los procesos de apropiación de distintos registros de representación semiótica sobre “trabajo y energía” en los procesos de comprensión de la física, como una temática central y que se relaciona con la problemática ambiental.

## 2. Marco teórico

En primer lugar, se afirma que la forma como la *psiquis* enfrenta los fenómenos a partir de los correlatos de la conciencia tales como los recuerdos, las representaciones, las abstracciones entre otros, permite analizar las diferencias entre dos componentes inseparables que son: la semiosis (representaciones externas) y la noesis (representaciones internas/pensamientos) (Rodríguez, 2006, p. 20).

Desde la psicología cognitiva, se define una representación como una configuración de elementos objetivos y subjetivos que tienen reglas de composición, cambios e inferencias que se desarrollan en la interacción entre el lenguaje y la experiencia y sirven para describir o explicar un proceso (Dalenoort, 1990, pp. 229-230).

Aunque el estudio de la semiótica es complejo por sus múltiples perspectivas, enfoques y escuelas, parece ser que, desde el signo, como producto de varias visiones históricamente antagónicas (Empirismo-Racionalismo; Convencionalismo-Naturalismo;

Realismo-Nominalismo; Perspectivas diádicas-perspectivas triádicas), surgen consensos que permiten construir conocimiento científico (Runnquist & Nubiola, 2019). Tal es el caso de la Teoría de los Registros de Representación Semiótica de Duval (TRRS) y el estudio de los distintos modelos triádicos del signo (Duval, 2017; Marcos-Marín, 2018).

Parafraseando al autor, un signo se considera como un conjunto de dos o más elementos lingüísticos para construir conocimiento y cuyo origen está en la diferencia histórica que se dio entre quienes se dedicaban a interpretar indicios (cazadores, médicos y adivinos) relacionados con el término *semión*, y quienes se dedicaban a reflexionar sobre el lenguaje más asociados a los términos *onoma*, *logos* y *symbolom*, etc., los cuales se asocian al enfoque de las representaciones (Castañares, 2002).

De acuerdo con Matus (2018), la semiótica permite analizar la semántica, la sintaxis y la pragmática de los signos. Mientras que la semántica tiene que ver con el significado que se le da a un signo dentro de un contexto, la sintaxis se relaciona con la forma de organizar los signos para producir un sentido, y la pragmática se encarga de estudiar la manera como las personas se relacionan con estos signos.

## **2.1 Los registros semióticos triádicos (RST)**

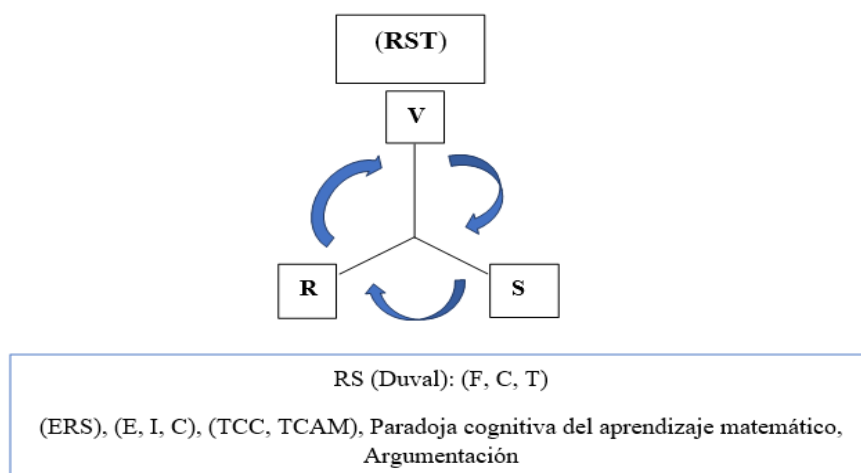
Un registro semiótico es una representación que permite el reconocimiento dentro de un contexto teórico (Formación) (Duval & Sáenz-Ludlow, 2016; Duval, 2017). Además, se puede cambiar por otro tipo de representación sin perder el sentido de lo que representa (Conversión). También, es posible transformarlo dentro de un mismo tipo de registro de acuerdo con algunas reglas (Tratamiento).

Por su parte, una clasificación de los registros semióticos que se usa en este documento contempla: registros icónicos (esquemas, imágenes), registros simbólicos (ecuaciones, variables y unidades de medida), registros gráficos como son los diagramas de cuerpo libre (DCL) y las coordenadas cartesianas ortogonales (CCO). Asimismo, los registros semióticos verbales tales como la voz y la escritura en un lenguaje natural (Sparvoli, 2015; Duval, 2017).

Un RST (Figura 1), según la propuesta de Mosquera L. y Londoño V. (2021), cuyas bases teóricas parten de Duval, quien se apoya en Peirce, Saussure y Frege, se compone de registros semióticos distintos en los tres elementos del correlato triádico de un signo que son: el componente referencial, el componente vehicular y el componente de sentido. Mientras los registros semióticos que se ubican en el componente referencial ayudan en la comprensión de las características de un objeto o fenómeno (registros icónicos), los registros simbólicos y gráficos sirven como vehículos en la transferencia de conocimientos que deben hacer los estudiantes entre matemáticas y física, y el sentido se busca dentro del lenguaje de los estudiantes mediante sus explicaciones y argumentos a través de la voz o sus textos.

**Figura 1**

*Registro semiótico triádico*



Nota. R (Referencial), V(Vehicular), S (Sentido). Diseño propio a partir de los referentes.

Los RST requieren de un andamiaje para: 1) Aprovechar las habilidades que tienen los estudiantes cuando externalizan sus representaciones internas a partir de los dibujos (ERS) (Cox, 1999); 2) Analizar los registros desde niveles explícitos, implícitos y conceptuales (E,I,C) (Postigo y Pozo, 2000; Idoyaga & Lorenzo, 2014 , 2016); 3) Considerar la carga cognitiva que aparece en la construcción de nuevos conocimientos usando medios físicos o digitales a

partir de la teoría de la carga cognitiva y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCC, TCAM) (Sweller et al. , 2011; Andrade-Lotero, 2012); 4) Revisar la paradoja cognitiva del aprendizaje matemático que se presenta en los procesos didácticos en ciencias cuando se utilizan representaciones (Tamayo, 2014; Raviolo, 2015); 5) Configurar contextos argumentativos que ayuden a los estudiantes en la construcción de conocimientos y a comunicarlo de manera adecuada (Simon et al., 2006; Sampson & Clark, 2008; Erduran et al., 2015; Ruiz-Ortega et al. , 2015 y Javier et al., 2021).

## 2.2 Uso de los registros semióticos en el campo de la física

Una síntesis de los principales problemas que tienen los estudiantes con el uso de los registros semióticos radica en su procesamiento a nivel explícito o reconocimiento básico sin trascender a niveles implícitos y conceptuales, según De Camargo Filho et al. (2011).

También Sparvoli (2015) menciona las dificultades en el manejo de los DCL y los registros algebraicos. Asimismo, Tommasiello et al. (2017), Parra y Ávila (2018) y Prada et al. (2021), muestran su preocupación por el uso exclusivo de las expresiones simbólicas en los procesos de enseñanza de la física sin hacer un uso consciente de los registros semióticos.

Según de Lima (2019), la principal problemática con el uso de los registros semióticos radica en las debilidades en los procesos de coordinación, es decir, la capacidad que tienen los estudiantes en la conversión y tratamiento de representaciones en la resolución de problemas. En síntesis, para mejorar los procesos de resolución de problemas, se debe garantizar la segmentación de las unidades significativas y los criterios de congruencia entre los registros semióticos.

Asimismo, el trabajo con registros semióticos requiere atender la discontinuidad que presentan algunos capítulos disciplinares. Por ejemplo, cuando se trabaja con registros semióticos de cinemática se tiene mayor continuidad en los registros que cuando se trabaja con la ley de ohm o con energía. Esto incide en los niveles de congruencia que existe entre los registros e influye en las dificultades que pueden tener los estudiantes en su

comprensión, en la argumentación y en la solución de problemas (Mora, 2019; de Lima, 2019).

## 2.3 Las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje de trabajo y energía

En la actualidad, son varias las investigaciones que abordan la enseñanza y aprendizaje de trabajo y energía con TIC. Sin embargo, estas propuestas se enfrentan a problemas como la brecha digital, la necesidad de grandes infraestructuras, los problemas éticos, la carga cognitiva para los estudiantes y la necesidad de comprensión conceptual (Jao, 2016; Galindo, 2017; Lesmono et al., 2018; Orduña et al. 2018, Putranta et al., 2019, Seeley et al., 2019).

No obstante, estas herramientas, en la mayoría de los casos no se utilizan en los contextos escolares públicos donde se desarrolla esta investigación y, por lo tanto, se recurre a algunos instrumentos gratuitos que tiene internet. Uno de estos, son las herramientas de *Google* tales como: *Google Drive*, el cual permite, entre otras, almacenar archivos en la nube y compartirlos ya sea para su lectura, edición o descarga. Asimismo, los *Formularios de Google* permiten recolectar información mediante cuestionarios para distintos propósitos.

Así como se recurre a las herramientas de *Google* y algunas plataformas afines como *Educaplay* (<https://es.educaplay.com/>) que menciona ADR-Formación (2022), también se usan otras plataformas que no están vinculadas con *Google*; tal es el caso de *Thatquiz.org* (2019) (<https://www.thatquiz.org/>). Por su parte, *Thatquiz* es una plataforma de acceso gratuito que ofrece un entorno configurado inicialmente para trabajar matemáticas. Sin embargo, tiene gran cantidad de cuestionarios denominados *exámenes comunes*, donde se percibe una visión más amplia del conocimiento (Dewi, Hakim, & Gutama, 2021; Rivera, 2021).

La pregunta que se plantea es: ¿Cómo interactúan los RST y las TIC en los procesos de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía en estudiantes de la escuela media?

### 3. Método de investigación

Los procesos de alfabetización en registros semióticos hacen parte de la propuesta de Duval y Sáenz-Ludlow (2016; 2017), como una etapa importante para que los estudiantes desarrollen habilidades para construir conocimiento científico a partir de tareas que involucran la conversión y tratamiento de registros semióticos. En esta investigación se estudian los procesos de formación en registros semióticos sobre *trabajo y energía* de los estudiantes de la escuela media en la Institución Educativa Cristo Rey de Dosquebradas Colombia en la asignatura de física en los grados 10° y 11° durante el año 2021.

En primer lugar, se aplicó un pretest (Tabla 1) de manera remota a 52 estudiantes del grado 11° mediante un cuestionario. Se valoró cada pregunta de 0 a 100 puntos, de forma sincrónica usando la plataforma *Thatquiz.org* (2019). Esto tuvo lugar durante el desarrollo de los encuentros virtuales en los días de alternancia en Colombia durante la pandemia en el mes de agosto del año 2021, de acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN) (2020), cuyo objetivo fue conocer los niveles de formación inicial que tienen los estudiantes sobre los distintos registros semióticos que se involucran en el proceso.

**Tabla 1**

*Lista de preguntas y registros semióticos*

| <b>Descripción de las preguntas y tipos de registros: (Icónicos, simbólicos, gráficos y verbales) = (RI, RS, RG, RV)</b> | <b>Preguntas</b> |
|--|------------------|
| Variables y Unidades del Sistema Internacional: RS-RG-RV   | 1                |
| Diagrama de cuerpo libre de un cuerpo en equilibrio sobre un plano horizontal: RS-RG                                     | 2                |
| Concepto de trabajo: RV-RV   | 3                |
| Definición de energía: RV-RV   | 4                |
| Registro Semiótico sobre las formas de energía mecánica: RI-RS-RV  | 5                |
| Unidad del sistema internacional para medir la energía: RV-RV  | 6                |
| Componentes vectoriales para la definición de trabajo: RI-RS   | 7                |
| Diagrama de cuerpo libre de un cuerpo en equilibrio sobre un plano horizontal: RI-RS                                     | 8                |
| Diagrama de cuerpo libre de un cuerpo en equilibrio sobre un plano inclino: RI-RS  | 9                |
| Diagrama de cuerpo libre de un cuerpo en equilibrio sobre un plano inclinado : RI-RS                                     | 10               |
| Trabajo mecánico partir de la gráfica Fuerza & desplazamiento: RG-RV   | 11               |
| Energía potencial a partir un diagrama de cuerpo libre: RI-RV  | 12               |
| Energía potencial de un objeto sobre una rampa inclinada: RI-RS  | 13               |



|   |    |
|---|----|
| Energía cinética a partir de un registro icónico: RI-RV   | 14 |
| Unidad del sistema internacional para medir la potencia: RV-RV  | 15 |
| Energía potencial de un objeto en equilibrio con altura determinada: RI-RV  | 16 |
| Inferencia de concepto de trabajo a partir de un diagrama de energía potencial: RI-RV                             | 17 |
| Resolución de problema a partir de relación entre trabajo de la fuerza de rozamiento y la energía cinética: RI-RS | 18 |
| Resolución de problema a partir de la definición de momento lineal o cantidad de movimiento: RI-RS                | 19 |

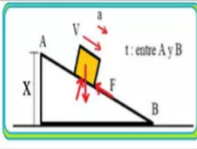
Nota. Fuente de algunos registros semióticos (Bautista & Salazar, 2011).

A continuación, se muestran dos ejemplos de preguntas que se utilizan en el cuestionario (Figura 2) y que se diseñan en la plataforma *Thatquiz*. En esta los estudiantes deben relacionar los distintos componentes de un registro semiótico arrastrando y ubicando los elementos que se sugieren.

**Figura 2**




Preguntas 1 y 5 del cuestionario que se aplica según la Tabla 1.

Completar la información de la tabla. Si [ Sistema internacional]

| Objeto / Fenómeno   | Variable | Unidades (S-I)                              | Nombre de la variable |
|---|----------|---|-----------------------|
|  | x        | m (metros)                                  | Longitud              |
|   | t        | s (segundos)                                | Tiempo                |
|   | v        | m/s (metros/segundos)                       | Velocidad             |
|   | a        | m/s <sup>2</sup> (metros/segundos cuadrado) | aceleración           |
|   | F        | N (kg.m/s <sup>2</sup> ; Newton)            | Fuerza                |

Arrastra los elementos y ubícalos donde corresponda

Organizar las columnas Objeto/ Fenómeno y Nombre

| Objeto/ Fenómeno ( Esquemas)  | Ecuación o fórmula            | Nombre ( Interpretaciones)      |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | $E_{pot} = m \cdot g \cdot h$ | Energía potencial gravitacional |
|  | $E_c = m \cdot v^2 / 2$       | Energía cinética                |
|  | $E_{pot} = (k \cdot x^2) / 2$ | Energía potencial elástica      |

Arrastra los elementos y ubícalos donde corresponda

Después, se desarrollaron las actividades de formación siguiendo algunas recomendaciones de Mosquera (2010) donde se pidió a los estudiantes que trabajaban de manera presencial (n=29) elaborar una tabla o matriz de signos con registros icónicos, gráficos, simbólicos y verbales; luego se sugirió elaborar sopas de letras, cuestionarios, cuadros de relaciones y otras actividades para que otros compañeros o compañeras de clases las resolvieran.

Para el caso de los estudiantes que trabajaban de manera virtual (n=23) mediante procesos de construcción colectiva que consisten en: 1) Diseñar la tabla o matriz de signos de manera trídica; 2) Recolectar los correos electrónicos de los estudiantes; 3) Compartir una hoja de trabajo en el *Google Drive* para realizar actividades en grupo o se comparte de manera individual mediante *Google Classroom*; 4) Asignar tareas por grupos o individualmente, que consisten en el diseño de actividades en la plataforma *Educaplay*, las cuales se comparten con los otros estudiantes (Mosquera, 2010; Mosquera & Londoño, 2021).

También se tuvo en cuenta la fiabilidad de los datos cuantitativos que se realizó con el coeficiente Alfa de Cronbach , ( $\alpha \geq 0,8$ ), y, además, se analizó la diferencia significativa entre los datos del pretest y postest con prueba “t” para datos normalizados y dependientes (Lind et al., 2008, p. 388), o prueba de signos de Wilcoxon para datos no normalizados y dependientes (Lind et al., 2008, p.680). Para organizar y procesar los datos se utilizó una hoja de cálculo y el software Infostat. Si el valor “p” calculado es menor que el valor de significancia de referencia, entonces se dice que existe diferencia significativa entre los datos de un pretest y un postest y viceversa. El valor de significancia para este análisis es del 5% (0,05).

De la misma manera, se pudo usar una prueba no paramétrica chi-cuadrado ( $X^2$ ) para analizar el nivel de asociación o dependencia entre dos variables. En este caso, se revisa si existe asociación o dependencia entre los tipos de registros que se utilizan en cada grupo de preguntas y los momentos de aplicación de la prueba, siempre y cuando el valor del parámetro  $X^2$  que se calcula, sea mayor que el valor crítico que se encuentra en las tablas o que se obtiene en la hoja de cálculo (pretest y postest) (Quevedo, 2011).

Por su parte, la normalidad de los datos se hizo mediante la prueba de Shapiro-Wilk en la cual el valor del p-valor determina la normalidad de los datos. Si p-valor es mayor al parámetro alfa establecido (nivel de significancia) entonces los datos tienen una distribución normal, es decir que el 99% de los datos se encuentran en el rango  $\text{media} \pm 3\sigma$  (Tapia et al., 2021, p.94). Para todas las pruebas se trabaja con un nivel de significancia del 5%.

## 4. Resultados

**Tabla 2**

*Tabla de resultados generales*

Las columnas Pretest 11A (P), Postest 11A (P), Pretest 11B (P), Postest 11B (P) tienen

| Pretest 11A (P)    | Postest 11A (P)    | Pretest 11B (P)    | Postest 11B (P)    | Pretest-Virt (E)   | Postest-Virt(E)    | Pretest-Pres (E)   | Postest-Pres (E)   |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 4                  | 12                 | 7                  | 3                  | 21                 | 24                 | 10                 | 22                 |
| 22                 | 12                 | 23                 | 16                 | 23                 | 32                 | 19                 | 25                 |
| 22                 | 27                 | 27                 | 26                 | 25                 | 32                 | 23                 | 26                 |
| 26                 | 30                 | 33                 | 29                 | 27                 | 35                 | 23                 | 34                 |
| 30                 | 31                 | 33                 | 40                 | 27                 | 39                 | 25                 | 35                 |
| 33                 | 36                 | 33                 | 42                 | 27                 | 41                 | 25                 | 36                 |
| 35                 | 39                 | 34                 | 47                 | 29                 | 43                 | 25                 | 36                 |
| 40                 | 42                 | 37                 | 48                 | 29                 | 44                 | 27                 | 38                 |
| 40                 | 43                 | 40                 | 49                 | 31                 | 45                 | 29                 | 39                 |
| 44                 | 45                 | 40                 | 53                 | 31                 | 47                 | 31                 | 42                 |
| 44                 | 45                 | 50                 | 55                 | 33                 | 48                 | 33                 | 45                 |
| 44                 | 52                 | 53                 | 56                 | 35                 | 49                 | 35                 | 48                 |
| 46                 | 59                 | 54                 | 56                 | 44                 | 51                 | 38                 | 49                 |
| 47                 | 63                 | 54                 | 63                 | 46                 | 55,                | 40                 | 49                 |
| 48                 | 67                 | 56                 | 67                 | 46                 | 57                 | 40                 | 50                 |
| 52                 | 70                 | 57                 | 68                 | 50                 | 57                 | 44                 | 52                 |
| 56                 | 70                 | 57                 | 71                 | 56                 | 58                 | 46                 | 52                 |
| 63                 | 82                 | 57                 | 71                 | 60                 | 59                 | 50                 | 53                 |
| 70                 | 85                 | 63                 | 81                 | 60                 | 66                 | 52                 | 53                 |
|                    |                    |                    |                    | 60                 | 66                 | 56                 | 54                 |
|                    |                    |                    |                    | 63                 | 68                 | 60                 | 54                 |
|                    |                    |                    |                    | 79                 | 77                 | 65                 | 54                 |
|                    |                    |                    |                    | 81                 | 82                 | 65                 | 55                 |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    | 65                 | 63                 |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    | 65                 | 63                 |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    | 65                 | 66                 |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    | 69                 | 68                 |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    | 79                 | 76                 |
|                    |                    |                    |                    |                    |                    | 92                 | 81                 |
| Media / desviación | Media / desviación | Media / desviación | Media / desviación | Media / desviación | Media / desviación | Media / desviación | Media / desviación |
| 40                 | 48                 | 43                 | 49                 | 43                 | 51                 | 45                 | 49                 |
| 16                 | 21                 | 15                 | 20                 | 18                 | 15                 | 20                 | 14                 |

Nota. Los valores oscilan entre 0 y 100. P= los resultados que se analizan son por preguntas; E=los resultados están por estudiante; Virt=virtual y Pres=presencial.

19 filas o datos que corresponden al número de preguntas del cuestionario. Es decir, se muestran los promedios que se obtienen en cada pregunta. Por otra parte, las columnas Pretest-Virt (E), Posttest-Virt(E) tienen 23 filas o datos que corresponden a los resultados promedios que obtuvo cada estudiante de los que hizo el proceso de alfabetización o formación de manera virtual, mientras que las otras columnas Pretest-Pres (E), Posttest-Pres (E) obedecen a los 29 estudiantes que realizaron el proceso de forma presencial.

Los resultados del nivel de confiabilidad según la Tabla 3, son los siguientes: para los datos del pretest-postest para el grado 11°A y 11°B se obtiene un valor de 0,41 (moderado); mientras que para los valores del pretest-postest cuando se organizan los resultados por estudiantes de ambos grados que hacen el proceso de manera virtual se obtiene un valor de 0,78 (Bueno). Por otra parte, cuando se organizan los resultados de los estudiantes de ambos grados que realizan el proceso de manera presencial se obtiene un valor de 0,57 (moderado).

**Tabla 3**

*Clasificación de las preguntas por cada grupo de registro utilizado*

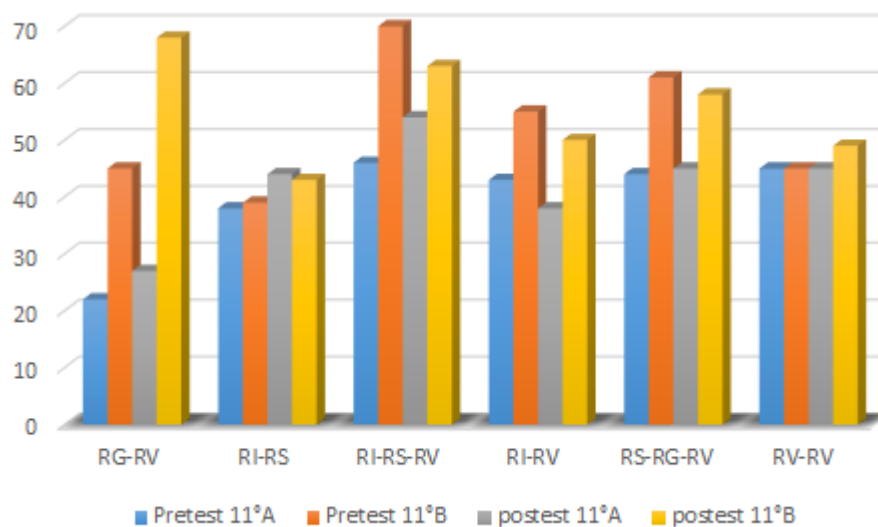
| Preguntas         | Relaciones entre tipos de registros | Pretest 11°A | Postest 11°A | Pretest 11°B | Postest 11°B |
|-------------------|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 11                | RG-RV                               | 22           | 45           | 27           | 68           |
| 7,8,9,10,13,18,19 | RI-RS                               | 38           | 39           | 44           | 43           |
| 5                 | RI-RS-RV                            | 46           | 70           | 54           | 63           |
| 12,14,16,17       | RI-RV                               | 43           | 55           | 38           | 50           |
| 1                 | RS-RG-RV                            | 44           | 61           | 45           | 58           |
| 3,4,6,15          | RV-RV                               | 45           | 45           | 45           | 49           |

*Nota.* Se agrupan para visualizar relaciones entre categorías.

Para esta organización de los resultados se obtiene un nivel de confiabilidad de 0,65 (moderado).

**Figura 3**

Gráfica de los resultados por grupos de registros



Nota. Observar convenciones en la Tabla 2.

Luego se analiza la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilks mediante el uso del software Infostat. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4**

Análisis de la normalidad de los datos de la Tabla 1

| Variables         | p (Unilateral D) |
|-------------------|------------------|
| Pretest 11A (P)   | 0,9690           |
| Postest 11A (P)   | 0,4860           |
| Pretest 11B (P)   | 0,1738           |
| Postest 11B (P)   | 0,5676           |
| Pretest -Virt (E) | 0,0119           |
| Postest -Virt (E) | 0,8772           |
| Pretest -Pres (E) | 0,3010           |

Postest -Pres (E)

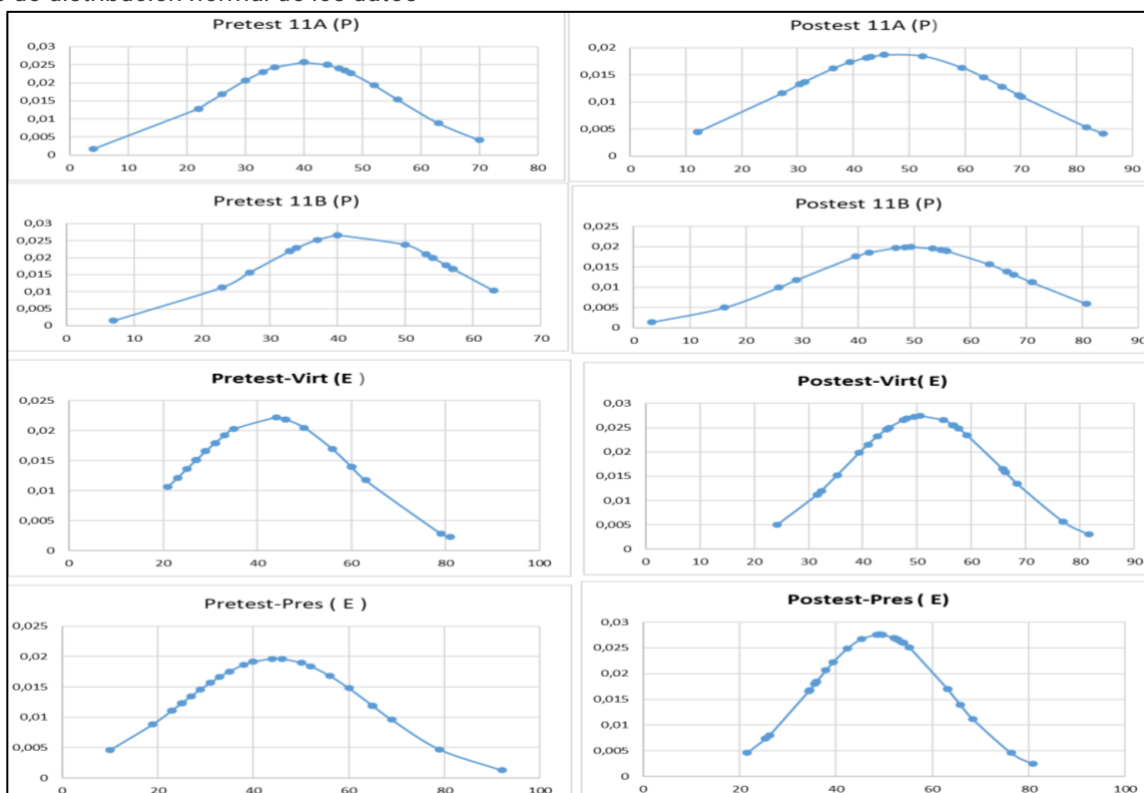
0,6439

Nota: Resultados del software Infostat. Fecha 1/12/2022; versión (31/03/2015). Prueba de Shapiro-Wilks (Modificado).

Según los resultados de la Tabla 4, todos los datos tienen una distribución normal a excepción de los datos del pretest virtual (E) porque el valor que se obtiene es menor al nivel de significancia, es decir 0,0119. Sin embargo, se observa cierta regularidad en las formas de las gráficas para que se considere una tendencia de distribución normal. En seguida se muestran algunas que se realizan en la hoja de cálculo sobre las distribuciones de los datos (Figura 4).

**Figura 4**

Gráficas de distribución normal de los datos



Se observa que la mayor parte de los datos muestran una distribución normal, por lo tanto, se le aplica una prueba paramétrica como la "t" de *student* para comparar su posible variación significativa.

A continuación, se muestra el análisis de las diferencias significativas entre el pretest y postest y los niveles de relación entre los grupos de registros y los valores promedios en las respuestas de los estudiantes (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Análisis de las diferencias significativas y las relaciones entre grupos de registros y sus resultados promedios*

| Datos   | "p en la prueba t "      | X <sup>2</sup>   |
|---|--------------------------|--|
| Prueba pretest-postest grado 11°A y 11°B analizado por preguntas respectivamente (Tabla 1)                    | (0,08 ; 0,1174)          | N/A  |
| Estudiantes que hicieron el proceso de formación de manera presencial (Tabla 1)                               | Pretest-postest = 0,2512 | N/A  |
| Análisis de los resultados por estudiantes que hicieron el proceso de formación de manera virtual (Tabla 1)   | Pretest-postest = 0,0051 | N/A  |
| Relaciones entre los grupos de registros en cada pregunta y sus resultados promedios por categorías (Tabla 2) | N/A                      | Calculado = 23,65; Valor crítico según la hoja de cálculo = 25 |

Nota. El valor "p" se calcula para compararse con el nivel de significancia.

Según los resultados de la Tabla 5, no se observa una diferencia significativa para los resultados del pretest y postest en los grados 11°A y 11°B cuando se realiza un análisis por preguntas porque los valores "p" para la prueba "t" en cada caso arroja los valores de (0,08; 0,1174) respectivamente. Es decir, valores mayores al nivel de significancia (0,05). Lo mismo ocurre para el análisis por estudiantes que realizan el proceso de manera presencial cuyo valor "p" es de 0,2512 mayor a 0,05.

Por el contrario, se observa diferencia significativa para el análisis por estudiantes que realizan el proceso de formación de manera virtual porque el valor de "p" es 0,005, menor al nivel de significancia.

También se aplica una prueba no paramétrica chi-cuadrado para determinar relaciones de dependencia entre las variables de la Tabla 3, donde se agrupan los tipos de registros y sus valores promedios por categorías. De acuerdo con los resultados, no se puede

establecer una relación de dependencia entre los tipos de registros que se utilizan en cada pregunta y los niveles en las respuestas del pretest y postest porque el valor del parámetro  $X^2$  calculado es de 23,65 mientras el valor crítico es 25.

## 5. Discusión

Para comenzar, se debe tener en cuenta que el número de estudiantes que desarrollan el proceso de formación de manera física (N=29) es mayor que el número de estudiantes que lo hacen de forma virtual (N=23) cuya diferencia es del 12%. Esto se hace porque muchos estudiantes no completan una de las dos pruebas entre el pretest o postest y se deben omitir.

Por lo tanto, este puede ser un factor que influye en los niveles de fiabilidad que se obtienen y las diferencias poco significativas que se observan en el pretest-postest para los datos agrupados por preguntas y por estudiantes que hicieron el proceso de formación de manera presencial. De la misma manera, influye en la falta de relaciones de dependencia entre los grupos de registros semióticos y sus resultados promedios por pregunta durante el pretest y postest.

Al parecer, los procesos en alfabetización científica de forma virtual muestran diferencias significativas entre el pretest y el postest debido a la influencia de la TCAM que estudia Andrade-Lotero (2012). Quizás, porque en este ambiente los estudiantes tienen la oportunidad de integrar elementos verbales y escritos de los registros semióticos, y por esta razón, se logra un efecto mayor sobre los procesos de apropiación.

Aunque no se pudo establecer un nivel de relación entre los grupos de registros y los resultados promedios para cada grado, sí se observan coincidencias con lo que plantea Sparvoli (2015), quien también encontró dificultades en los estudiantes para trabajar con los registros algebraicos (simbólicos). Tal como se observa en la tabla 3 y figura 3, los grupos de registros RI-RS y RV-RV mostraron variaciones bajas. Por el contrario, los grupos de registros con tres componentes muestran variaciones altas.



También se puede observar que el grado 11°B presenta mejores resultados frente a 11°A. Parafraseando a Tamayo A. (2014) y Castiblanco A. y Nardi (2018), esto puede estar relacionado con aspectos multidimensionales en el aula que escapan a el análisis de este documento, por lo tanto, se recomienda utilizar los resultados para futuros estudios que den cuenta de la semántica, sintaxis y pragmática de los registros semióticos siguiendo algunas recomendaciones teóricas de Matus (2018).

## 6. Conclusiones

¿Cómo interactúan los RST y las TIC en los procesos de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía en estudiantes de la escuela media? Según los resultados, cuando se organizan los datos de un pretest y postest por preguntas y por estudiantes no se logra demostrar en este documento una diferencia significativa a partir de una prueba paramétrica t-de student. Sin embargo, se puede observar que los estudiantes quienes realizan el proceso de alfabetización de manera virtual mostraron mejores resultados. También se aclara que entre los estudiantes que realizan el proceso de forma virtual hay tanto de 11°A como de 11°B, lo cual constituye una variación que se puede tener en cuenta en otro estudio.

Asimismo, se observa que en las preguntas con tres tipos de registros (preguntas 1 y 5), se muestran mayores variaciones significativas que en las de dos tipos de registros. Por el contrario, las preguntas que relacionan solo registros verbales. Por ejemplo, las preguntas 3,4,6,15, muestran variaciones poco significativas entre el pretest y postest. Esto sucede en preguntas que solo recurren a la memoria desde un solo tipo de registro. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los grupos de registros con tres componentes que se muestran tienen pocos elementos (preguntas 1 y 5).

El contexto de la pandemia Covid-19 y las implementaciones de alternativas que realizan algunos gobiernos, tal es el caso de la alternancia en Colombia durante el año 2021, permitió la implementación de herramientas virtuales desde la plataforma de Google u otras independientes como *Thatquiz* que se perfilan como alternativas para aquellos contextos con la necesidad de recursos útiles y gratuitos en internet.

Finalmente, al no poderse establecer una relación de dependencia entre los grupos de registros en cada pregunta con los valores obtenidos entre el pretest y postest se invita a retomar en otros contextos y condiciones de investigación para profundizar en estos resultados.

## Referencias

ADR-Formación. (2022). *Educaplay.com*. <https://es.educaplay.com/>

Andrade-Lotero, L. A. (2012). Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. *Magis. Revista Internacional de Investigación en Educación*, 5(10), 75-92.

Bautista B, M., & Salazar S, F. (2011). Hipertexto Santillana: Física. <https://matematicasievg.files.wordpress.com/2020/04/fisica-10-hipertexto-santillana.pdf>

Castañares, W. (2002). Sign and representation in semiotic theories. *Estudios de Psicología*, 23(3), 339–357. <https://doi.org/10.1174/021093902762224425>

Castiblanco A., O. L., & Nardi, R. (2018). What and how to teach didactics of physics?An approach from disciplinary,sociocultural,and interactiona dimensions. *Journal of Science Education*, 19(1), 100–117.

Cox, R. (1999). Representation construction, externalised cognition and individual differences. *Learning and Instruction*, 9(4), 343–363. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(98\)00051-6](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(98)00051-6)

Dalenoort, G. J. (1990). Towards a general theory of representation. *Psychological Research*, 52(2–3), 229–237. <https://doi.org/10.1007/BF00877531>

De Camargo Filho, P. S., Laburu, C. E., & De Barros, M. A. (2011). Dificuldades semióticas na construção de gráficos cartesianos em cinemática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(3), 546–563. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2011v28n3p546>

Lima, L. G. (2019). The theory of registers of semiotic representation: Contributions to the teaching and learning of physics. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*, 24(3), 196–221.

Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6). 1–23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>

<https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p196>

- Dewi, S. R., Hakim, A. R., & Gutama, A. (2021). Pengembangan Evaluasi Belajar Melalui Aplikasi Thatquiz Kelas 5 Sdn Bandungrejo 2 Kecamatan Bantur Kabupaten Malang. *Prosiding Seminar Nasional PGSD UNIKAMA*, 5(November), 250–260. <https://conference.unikama.ac.id/artikel/>
- Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. *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. *Comprensión y aprendizaje en matemáticas: perspectivas semióticas seleccionadas*. 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>
- Galindo Lima, J. L. (2017). *Incidencia de los simuladores interactivos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de trabajo potencia y energía en el segundo año de B.G.U. en la Institución Educativa Fiscal "Benito Juárez" ubicada en la ciudad de Quito, durante el año lectivo 2016 – 2017*. Tesis de licenciatura en Ciencias de la Educación. Mención Matemática y Física. Carrera de Matemática y Física. Quito: UCE. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/12953>
- Idoyaga, I., & Lorenzo, G. (2014). Las representaciones gráficas en la enseñanza y en el aprendizaje de la física en la universidad. *Revista de Enseñanza de La Física*, 26(2), 365–371. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/9816/10507>
- Idoyaga, I., & Lorenzo, G. (2016). La compleja apropiación de la información conceptual de los gráficos cartesianos en las aulas de física en la universidad. *Revista de Enseñanza de La Física*, 28(1), 279–286. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15649/15456>
- Jao, J. C. (2016). Implementation and reflection of a MOOC. *World Transactions on Engineering and Technology Education* Vol.14, No.4. [https://www-wiete-com-au.translate.goog/journals/WTE&TE/Pages/TOC\\_V14N4.html?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl](https://www-wiete-com-au.translate.goog/journals/WTE&TE/Pages/TOC_V14N4.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl)
- Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6). 1–23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>

=es-419&x\_tr\_pto=sc&x\_tr\_sch=http

- Javier, F., Ortega, R., Andr, L., & Cardona, O. (2021). Relaciones de cooperación y especialización entre la argumentación. *Didacticae*, 5, 57–72. <https://doi.org/10.1344/did.2019.5.57-72>
- Lesmono, A. D., Bachtiar, R. W., Maryani, & Muzdalifah, A. (2018). The instructional-based andro-web comics on work and energy topic for senior high school students. *Journal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(2), 147–153. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i2.14245>
- Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2008). *Estadística Aplicada a los negocios y la economía*. McGraw-Hill. Decimotercera Edición.
- Marcos-Marín, F. (Ed.) (2018). *Humanidades Hispánicas: Lengua, Cultura y Literatura en los Estudios Graduados*. Peter Lang.
- Matus, P. (2018). Discursive representation: Semiotics, theory, and method. *Semiotica*, 2018(225), 103–127. <https://doi.org/10.1515/sem-2017-0019>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2020). Lineamientos para la prestación del servicio de educación en casa y en presencialidad bajo el esquema de alternancia y la implementación de prácticas de bioseguridad en la comunidad educativa. *Ministerio de Educación Nacional*. [https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-399094\\_recurso\\_1.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-399094_recurso_1.pdf)
- 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>
- Mosquera, E. (2010). *Un modelo para el proceso de enseñanza y aprendizaje de la electrónica basado en matrices de signos y otras estrategias didácticas en el grado 9º de la Institución Educativa Nueva Granada* [Pereira : Universidad Tecnológica de Pereira]. <http://hdl.handle.net/11059/1514>
- Mosquera, E., & Londoño, G. (2021). Construcciones semióticas colectivas en el aula para el aprendizaje de la física : Un acercamiento cuantitativo Collective semiotic constructions in the classroom for the learning of physics. *Enseñanza de La Física*, 33(2), 387–396. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n2.35286>
- Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6). 1–23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>

- Mosquera L., E. (2010). Un modelo para el Proceso de Enseñanza y Aprendizaje de La Electrónica Basado en Matrices de Signos y Otras Estrategias Didácticas en el Grado 9° de La Institución Educativa Nueva Granada. Universidad Tecnológica de Pereira. Maestría en Comunicación Educativa. <https://hdl.handle.net/11059/1514>
- Mosquera L, E., & Londoño V, G. (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 UTP*, 31–45. <https://doi.org/10.22517/25393812.24870>
- 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. En: Auer, M., Zutin, D. (Eds.) *Online Engineering & Internet of Things. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 22. Springer, Cham. [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. *Latin-American Journal of Physics Education*, 12(4), 4305-1 - 4305-6. [http://www.lajpe.org/dec18/12\\_4\\_06.pdf](http://www.lajpe.org/dec18/12_4_06.pdf)
- Postigo, Y., & Pozo, J. I. (2000). When a graph is worth more than a thousand data: Graph interpretation by adolescent students. *Infancia y Aprendizaje*, 23(90), 89–110. <https://doi.org/10.1174/021037000760087982>
- Prada, R., Gamboa, A., & Avendaño, W. (2021). Promoción y articulación de registros semióticos de representación en la enseñanza de la física. *Revista Boletín REDIPE*, 10(12). <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1619/1532>
- 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.
- Quevedo, F. (2011). The chi-square. *Medwave*, 11(12), e5266–e5266. <https://doi.org/10.5867/medwave.2011.12.5266>
- Raviolo, A. (2015). Los dibujos esquemáticos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.
- Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6). 1–23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>

Novedades Educativas, 295, 66-70.  
[https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/2425/1/Dibujos%20esquemáticos%20Raviolo  
NovEducJulio2015.pdf](https://rid.unrn.edu.ar/bitstream/20.500.12049/2425/1/Dibujos%20esquemáticos%20Raviolo%20NovEducJulio2015.pdf)

Rivera S, H. L. (2021). *Las representaciones semióticas (registro numérico decimal y figural unidimensional) en operaciones aditivas con números enteros a través del sitio web ThatQuiz*. Universidad Nacional de Colombia.

Rodríguez, M. (Silo). (2006). *Apuntes de Psicología. Recopilaciones de Conferencias*. [http://libreriahumanista.com/Libros/PDF/Apuntes\\_de\\_psicologia.pdf](http://libreriahumanista.com/Libros/PDF/Apuntes_de_psicologia.pdf)

Ruiz, F., Tamayo, O., & Márquez, C. (2015). La argumentación en ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e Pesquisa*, 41(3), 629–646. <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201507129480>

Runnquist, E., & Nubiola, J. (2019). Signo. *Compendio de Lógica, Teoría de La Argumentación y Retórica*, Eduardo de Bustos et al (eds), UNED, Madrid, <https://philarchive.org/archive/RUNSI>

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>

Seeley, L., Vokos, S., & Etkina, E. (2019). Examining physics teacher understanding of systems and the role it plays in supporting student energy reasoning. *American Journal of Physics*, 87(7), 510–519. <https://doi.org/10.1119/1.5110663>

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>

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>

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory. *Explorations in the learning science, Instructional System and Performance Technologies* (pp. 17–25). <https://doi.org/10.1007/978-1->

Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6). 1–23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>

4419-8126-4\_2

Tamayo A., O. (2014). Pensamiento crítico dominio- específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, n.36, 25–46. <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n36/n36a03.pdf>

Tamayo, O. E. (2014). Aprendizaje en profundidad. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 10(2), 7–10.

Tapia, F., Ernesto, C., Cevallos, F., Carlos, K. L., Flores Tapia, E., & Lissette, K. (2021). Pruebas para Comprobar la Normalidad de Datos en Procesos Productivos: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk Y Kolmogórov-Smirnov. *Societas. Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas*, 23(2), 2021. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/index.html>

Thatquiz.org. (2019). *Thatquiz*. <https://www.thatquiz.or>

Tommasiello, M. G. C., Dos Santos, L. R., & Franzol, S. D. (2017). Dificuldades dos alunos com os registros de representação semiótica em aulas de física de uma escola brasileira de ensino médio: o x da questão. *Comunicações*, 24(1), 23. <https://doi.org/10.15600/2238-121x/comunicacoes.v24n1p23-34>

Mosquera Lozano, E., Londoño Villamil, G., & Idoyaga, I.J. (2022). Los registros semióticos triádicos y las tecnologías de información y comunicación en los procesos de alfabetización científica. *Transdigital*, 3(6). 1–23. <https://doi.org/10.56162/transdigital137>