

REGISTROS DE SEMIÓTICA PARA APRENDIZAGEM DO TRABALHO E ENERGIA EM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

REGISTROS SEMIÓTICOS PARA EL APRENDIZAJE DE TRABAJO Y ENERGÍA EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA MEDIA

SEMIOTICS REGISTERS FOR THE LEARNING OF WORK AND ENERGY IN MIDDLE SCHOOL STUDENTS

Edwin Mosquera Lozano*, German Londoño Villamil**

Mosquera, E.; Londoño, G. (2023). Registros semióticos para el aprendizaje de trabajo y energía en estudiantes de la escuela media. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*. Número especial, v18, pp.1-14

Resumen

Este documento hace parte de los resultados parciales de un proyecto de investigación sobre las interacciones entre el uso consciente de los registros semióticos desde la perspectiva de Duval en el aprendizaje de la física y la comprensión de los fenómenos. Inicialmente, se muestra la problemática que se nutre de algunos componentes del estado del arte y las perspectivas filosóficas que sustentan la propuesta desde lo dimensional, multidimensional y la idea de contexto. Después, se profundiza sobre la teoría de los registros de representación semiótica (TRRS), luego sobre el razonamiento que justifican las descripciones y explicaciones de los estudiantes mediante los registros verbales, y en seguida, a cerca de los elementos conceptuales sobre la energía mecánica dentro de la idea de sistema. Según los resultados no concluyentes, se observa mayor comprensión en los registros verbales cuando se parte de registros icónicos y menor en registros gráficos, al mismo tiempo, se nota que la correspondencia semántica cuando se usan los registros semióticos gráficos es menor que cuando se usan los simbólicos y algebraicos, sin embargo, también se alcanza un nivel de comprensión multi-estructural. Con relación a las fuentes de información que se suministran para realizar la tarea, se evidencia en los estudiantes mejor percepción por los video tutoriales de YouTube que los simuladores PhET, lo cual es un indicio de la necesidad de fomentar los procesos de formación en representaciones

* Candidato a Doctor en Didáctica de las Ciencias Naturales –Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. yuyu@utp.edu. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5429-9288>.

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

previamente a la construcción de conocimiento cuando se usan estas herramientas.

Palabras clave: Aprendizaje, Comprensión, Energía mecánica, Registros semióticos.

Abstract

This document is part of the partial results of a research project on the interactions between the conscious use of semiotic registers from Duval's perspective in learning physics and understanding phenomena. Initially, the problem is nourished by some components of the state of the art and the philosophical perspectives that support the proposal from the dimensional, and multidimensional, and the idea of context is shown. Then, the theory of semiotic representation registers (TRRS) is deepened, then on the reasoning that justifies the descriptions and explanations of the students through the verbal registers, and then, about the conceptual elements of the mechanical energy within the idea of a system. According to the inconclusive results, greater comprehension is observed in verbal registers when starting from iconic registers and less in graphic registers, at the same time, it is noted that the semantic correspondence when graphic semiotic registers are used is less than when symbolic and algebraic semiotic registers are used. However, a multi-structural level of understanding is also reached. Concerning the sources of information that are provided to perform the task, students have a better perception of YouTube video tutorials than PhET simulators, which is an indication of the need to promote training processes in representations previously to the construction of knowledge at the use of these tools.

Keywords: Learning, Comprehension, Mechanical energy, Semiotic registers.

Resumo

Este documento é parte dos resultados parciais de um projeto de pesquisa sobre as interações entre o uso consciente de registros semióticos na perspectiva de Duval no aprendizado da física e na compreensão dos fenômenos. Inicialmente, mostra-se o problema que se nutre de alguns componentes do estado da arte e as perspectivas filosóficas que sustentam a proposta a partir do dimensional, multidimensional e da ideia de contexto. Em seguida, aprofunda-se a teoria dos registros de representação semiótica (TRRS), seguidamente sobre o raciocínio que justifica as descrições e explicações dos alunos através dos registros verbais, e depois, sobre os elementos conceituais sobre a energia mecânica dentro da ideia de sistema. De acordo com os resultados inconclusivos, observa-se uma maior compreensão nos registros verbais a partir de registros icônicos e uma menor nos registros gráficos, ao mesmo tempo, nota-se que a correspondência

semântica ao momento de se utilizarem registros semióticos gráficos é menor do que quando se utilizam registros semióticos simbólicos e algébricos, no entanto, um nível de compreensão multiestructural também é alcançado. Em relação às fontes de informação que são disponibilizadas para a realização da tarefa, os alunos têm uma percepção melhor dos vídeos tutoriais do YouTube do que dos simuladores PhET. Isto é um indicativo da necessidade de promover processos de formação em representações anteriores à construção do conhecimento ao utilizar estas ferramentas.

Palavras chave: Aprendendo, Compreensão, energia mecânica, registros semióticos

1. Introducción

El objetivo de este documento es analizar el uso que hacen los estudiantes de la escuela media sobre los registros semióticos de trabajo y energía cuando construyen conocimientos en el aula a partir de las tareas que se asignan.

A pesar de su importancia, como parte de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) y por ser un tema que contribuye con el incremento de la sensibilidad hacia las problemáticas ambientales, como se plantea en FAO (2019) y Castro-Montaña y Gallego-Torres, (2009) respectivamente, muchos estudiantes muestran dificultades en la comprensión del tema sobre la energía.

Según Solbes et ál. (2007) y Da Silva Faria (2019), la mayor parte de estos problemas en el entendimiento de la física con los estudiantes se encuentran en un nivel de complejidad con respecto a la estructura matemática.

Por lo tanto, dado que este análisis se hace en el campo de la didáctica, se parte de los principios filosóficos de perspectivas dimensionales y multidimensionales que permiten comprender tanto aspectos de la enseñanza como del aprendizaje (Nardi y Castiblanco, 2014); (Tamayo, 2001, 2006, 2014).

Así pues, desde la enseñanza, Nardi y Castiblanco (2014), argumentan que el maestro debe integrar aspectos dimensionales como son los disciplinares, interaccionales y socioculturales que le permitan: implementar contenidos pertinentes a los contextos entendiendo este concepto en su polisemia de acuerdo con Zapata (2016) y además, aprovechando los recursos disponible tales como las TIC por que según Sanhuesa Haro et al. (2018), esto permite a los estudiantes acercarse a el conocimiento según sus capacidades.

Por su parte, Tamayo (2001, 2006, 2014), plantea la necesidad de analizar el aprendizaje desde aspectos multidimensionales que permitan

vislumbrar aspectos cognitivos, metacognitivos, actitudinales y emocionales en los estudiantes.

Por otra parte, para abordar los aspectos cognitivos en el aprendizaje de los estudiantes, se plantea el marco teórico en este documento que se enmarca en el uso de la teoría de los registros de representación semiótica (TRRS) de Duval (2017) y Duval & Sáenz-Ludlow (2016), como una alternativa para estudiar las habilidades que tienen los estudiantes cuando transfieren sus conocimientos matemáticos en la comprensión de la física.

Según los resultados de las investigaciones de Schmidt (2016), se requiere una apropiación conceptual del uso de los registros semióticos (RS) por parte de los maestros.

De acuerdo Prada et al., (2021), la mayor parte de ellos utilizan en la misma secuencia en el lenguaje natural, expresiones algebraicas y representaciones gráficas con el mismo orden en problemas aplicados de lápiz y papel que distan de las situaciones reales y además, no sugieren a los estudiantes reflexionar sobre las soluciones. Con relación a los procesos de aprendizaje, de Lima (2019), ratifica que la mayor dificultad que muestran los estudiantes se relacionan con las habilidades para transformar un RS en otro (conversión), por ejemplo, desde una ecuación hasta una gráfica.

De acuerdo con Callone & Torres (2013), quien se apoya en los planteamientos de Duval, las habilidades para transformar RS pueden darse de manera aislada a la comprensión de los fenómenos. En otras palabras, estas habilidades pueden analizarse como causa o como síntoma de la comprensión.

Por ejemplo, cuando se miran las habilidades de los estudiantes para usar los RS como causa de una adecuada comprensión, se espera que al mejorar la coordinación de registros se mejore la comprensión del fenómeno.

Por el contrario, otras posturas, como la de Duval, consideran que las habilidades que tienen

los estudiantes para coordinar registros semióticos deben mirarse como un síntoma o señal de la comprensión de los fenómenos.

2. Marco de Referencia

Para comenzar, se dice que el interés por las representaciones semióticas desde una perspectiva constructivista, es un campo complejo, y, surge del análisis de las representaciones mentales de los estudiantes para buscar sentido ('sense making') y forma de ver ('ways of seeing') el mundo, y se clasifican en internas (pensamiento de los estudiantes) y representaciones existentes, externas o semióticas (Driver, 1989), (Beuchot, 2013), (Runnquist y Nubiola, 2019).

Por su parte, la TRRS de Duval se nutre de las perspectivas semióticas de Saussure y Peirce y, además, de los aportes matemáticos y filosóficos de Frege.

Algunos de los conceptos importantes de esta teoría que inicialmente surge en el contexto de las matemáticas son: las relaciones inseparables entre los procesos de pensamiento y representaciones existentes, la idea de registro semiótico, los tipos de registros y la coordinación de registros.

Como parte del análisis de los componentes de la TRRS, se estudian los aportes de los modelos triádicos. Esto se realiza desde la propuesta de Frege con los componentes del correlato triádico que integran un objeto, un vehículo y un sentido para construir conocimiento. De esta manera, cobran importancia los procesos de razonamiento que se realizan mediante descripciones, explicaciones y argumentos.

2.1. La teoría de los registros de representación semiótica (TRRS)

Para empezar, es importante conocer que la TRRS de Duval nace en el campo de las matemáticas como una teoría que busca mejorar los procesos de aprendizaje en esta ciencia

mediante el desarrollo de habilidades para coordinar RS (Duval, 2017).

Así pues, en esta teoría los procesos noéticos o de pensamiento y los semióticos o comprensión de representaciones externas o existentes, se consideran inseparables.

Con relación a los RS, estos se definen como aquellas representaciones semióticas en los cuales se pueden distinguir y/o aplicar a la vez procesos de *formación* o reconocimiento dentro de un contexto teórico, *conversión* o transformaciones en otro tipo de registros sin cambiar los objetos denotados y, *tratamiento* o transformaciones de una representación dentro del mismo tipo de registros.

Con respecto a la conversión, se dice que estos procesos son los más importantes para evaluar la comprensión mediante el análisis de la congruencia de registros semióticos, es decir, las relaciones de transformación a partir de la correspondencia semántica, la univocidad semántica y la organización de las unidades significativas. Por ejemplo, cuando decimos "tres veces un número más uno"; $3x+1$ y (uno, dos, tres... $\rightarrow 1, 2, 3...$).

Como se puede observar, todos los elementos de la expresión algebraica se encuentran contenidos en la expresión verbal o texto (correspondencia semántica); asimismo, cada uno de los elementos entre estas dos expresiones se encuentran en relación uno a uno (univocidad semántica).

Por otra parte, en la segunda expresión cada palabra (uno, dos, tres...) se representa en orden en la expresión (1,2,3...). A esto se le conoce como organización de las unidades significativas. Con respecto a los tipos de RS, estos pueden ser lingüísticos y no lingüísticos que a su vez subdividen en monofuncionales y polifuncionales. De esta clasificación se infieren los registros icónicos (esquemas), simbólicos (unidades de medida, variables.), algebraicos (ecuaciones) y gráficos (coordenadas cartesianas

y diagramas). Otros tipos de RS surgen de la combinación de los anteriores como por ejemplo una tabla en la que se integran elementos simbólicos y algebraicos.

2.2. El sentido a partir de los procesos de razonamiento y argumentación.

Los procesos de razonamiento y argumentación cuando se usan modelos triádicos se pueden realizar a partir de las descripciones, explicaciones y argumentos de los estudiantes mediante RS verbales (escritos o hablados). De esta manera, se configura un contexto argumentativo que puede ser lógico, dialógico, pragmadialéctico o retórico.

En el caso de la argumentación en el aula, es importante tener en cuenta que esta se desarrolla dentro del lenguaje por lo tanto es importante prestar atención a los procesos orales y escritos de los estudiantes, además, es un acto comunicativo que tiene aspectos dialógicos, dialécticos, retóricos y pragmadialécticos, asimismo, es una actividad intencionada y puede ser del mundo de la vida de los estudiantes y/o problemas o cuestiones socio científicas (QSC); también, se diferencia de la explicación; al mismo tiempo, plantea una oposición entre persuadir y convencer; en el mismo sentido, su fin o meta es la construcción de conocimiento; por esta razón, es necesario tener en cuenta aspectos cognitivos, emocionales y afectivos para analizar sus beneficios, costos y riesgos; y finalmente, se puede analizar como habilidad (contexto real) o como competencia (entorno formativo) (Simon et al., 2006); (Sampson & Clark, 2008), (Erduran et ál., 2015), (Ruiz-Ortega et ál., 2015).

2.3. Uso de las TIC

El uso de las TIC en el aula es importante porque agiliza los procesos didácticos. Algunos de sus beneficios consisten en: acceso a la información, almacenamiento, posibilidades de procesamiento y opciones para su comunicación. Según Escriba (2020), la plataforma Google ofrece numerosas aplicaciones entre las que se destacan *Classroom* y *los formularios*.

Por su parte, Classroom permite la implementación de aulas de aprendizaje gratis donde los maestros pueden configurar actividades y recibir las respuestas de los estudiantes mediante distintos tipos de archivos que incluyen: textos, imágenes y videos.

Por otra parte, los formularios permiten la recolección ágil y rápida de información mediante encuestas.

2.4 Conceptos sobre la energía mecánica

La comprensión de la energía mecánica se enmarca en el tema general de la energía. Por esta razón, se plantea el modelo general que propone Jewett (2008), en el cual se considera que en un sistema existen tres tipos de energías que son: cinética, potencial e interna y además, 7 procesos de transferencia de energía a través de los bordes o fronteras de estos que son: trabajo, calor, materia, ondas, radiación y electricidad (Ecuación 1).

$$\Delta K + \Delta U + \Delta E_{int} = W + Q + T_{MT} + T_{MW} + T_{ER} + T_{ET} \quad \text{Ec. 1}$$

Nota: ΔK (cambio en la energía cinética), ΔU (cambio en la energía potencial), ΔE_{int} (cambio en la energía interna); mecanismos de transferencia de energía (W: trabajo, Q: calor, T_{MT} : Materia, T_{MW} : ondas, T_{ER} : radiación, T_{ET} : electricidad)

Por su parte, los elementos de este modelo que constituyen la energía mecánica son: la energía cinética, potencial y trabajo mecánico.

A partir de los conceptos anteriores Mosquera L. et al. (2021), proponen la comprensión amplia de la energía mecánica, es decir, con “*componentes amplios*” considerando sus fuentes (velocidad, altura, deformación), formas (cinética, potencial gravitacional y elástica) y procesos (transformación, transferencia, degradación y conservación).

3. Metodología de investigación

Se realiza un estudio de caso único mediante el análisis de una tarea sobre “choques y colisiones” que presenta una estudiante de la Institución Educativa Cristo Rey de Dosquebradas el día 17 de junio mediante la plataforma Google Classroom. El caso se elige porque se observa cierto nivel de apropiación del modelo para analizar las interacciones de la energía entre dos sistemas al final de su presentación (Creswell, 2012, p.465).

También se hace un análisis de la percepción sobre las fuentes de información mediante una encuesta sobre la misma tarea que se aplica a estudiantes de grado 11 en el año 2022.

La tarea consiste en elaborar una presentación sobre el tema con una duración entre 5 y 7



minutos. Para esto se dejan en la plataforma los insumos que aparecen en la figura 1.

Figura 1. Imagen de la tarea que se asigna en Classroom. **Fuente:** Pantallazo

Los elementos que aparecen en la figura 1 son: **A)** foto del tablero con las instrucciones y acuerdos, **B)** canción de rap la cantidad de movimiento (<https://youtu.be/c-bHDikKLjw>), **C)** documento PDF con conceptos e ilustraciones (<https://classroom.google.com/u/2/c/MjY4NDIzMzE2NjQ2/a/NDg3NzQ4MzkwMDIz/details>), **D)** Texto con conceptos, modelos matemáticos e imágenes (<https://classroom.google.com/u/2/w/MjY4NDIzMzE2NjQ2/t/all>), **E)** video tutorial en YouTube (<https://www.youtube.com/watch?v=XHhtTSzM8wM&t=30s>) y además, un enlace para el simulador PhET (https://phet.colorado.edu/sims/html/collision-lab/latest/collision-lab_es.html).

Los datos se procesan mediante el uso de la hoja de cálculo y el software ATLAS.ti.

3.1 Diseño

En primer lugar, en el caso único se hace un diseño para el análisis de la tarea que presenta la estudiante. Este consiste en un video que surge de la transformación de un archivo de PowerPoint de 22 diapositivas. El video tiene una duración de 7 minutos y 31 segundos.

Se toma como referencia los aportes de Bardin (1996) y Andréu (A, n.d.) y se establece la siguiente lista de categorías y códigos para el análisis del contenido:

Congruencia: Correspondencia semántica entre registros: *C. Semántica*; Univocidad semántica entre registros: *U. Semántica*; Orden en las unidades significativas: *O.U. Significativas*; Ausencia de congruencia: *Sin. Congruencia*).



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias



Resultado de Investigación

Formación o reconocimiento de registros: No reconoce: *Not.Formación*; reconoce unidades elementales (unidades de medida, nombre de variables): *R. Elementos*; Reconoce elementos de orden superior (ecuaciones, modelos matemáticos): *R. Estructuras*; Reconoce el contexto teórico del registro semiótico: *R. C. Teórico*

Comprensión a partir de las propuestas de los investigadores Biggs & Tang (2007) y Park & Liu (2016): Comprensión pre-estructural o registro verbal sin la presencia de componentes amplios sobre la energía mecánica o con solo uno sin justificar: *Pre-estructural*; comprensión Uni-estructural o registro verbal con algunos componentes amplios sobre la energía mecánica pero justificados a partir de una sola idea: *Uni-estructural*; comprensión multi-estructural o registro verbal con algunos componentes amplios sobre la energía mecánica y justificados a partir de varias ideas: *Multi-estructural* y comprensión relacional o registro verbal con algunos componentes amplios sobre la energía mecánica, justificados a partir de varias ideas y además, contextualizados como partes de principios y teorías sobre la energía.

Fuentes de Energía mecánica: Se observa en los registros verbales del estudiante la idea de velocidad de forma explícita: *Velocidad-E*; se observa en los registros verbales del estudiante la idea de velocidad de forma implícita: *Velocidad-I*; se observa en los registros verbales del estudiante la idea de altura de forma explícita: *Altura-E*; se observa en los registros verbales del estudiante la idea de altura de forma implícita: *Altura-I*; se observa en los registros verbales del estudiante la idea de deformación de forma explícita: *Deformación-E*; se observa en los registros verbales del estudiante la idea de deformación de forma implícita: *Deformación-I*.

Formas de Energía mecánica: Aparecen en los registros verbales del estudiante la energía cinética, potencial gravitacional y potencial elástica respectivamente: *E. Cinética*, *E. Potencial g*, *E. Potencial x*.

Procesos: Aparecen en los registros verbales del estudiante los procesos de *Conservación*, *Transformación*, *Transferencia* y *Degradación* de la energía mecánica.

Tipos de Registros semióticos: Aparecen en la tarea que realiza el estudiante RS icónicos, algebraicos, verbales, simbólicos y gráficos: *R. Icónico*; *R. algebraicos*, *R. Verbales*, *R. Simbólicos*, *R. Gráficos*.

Carácter de los registros verbales: Carácter descriptivo: *C. Descriptivo (RV)*; Carácter explicativo: *C. Explicativo (RV)*.

Por otra parte, el análisis de la percepción que tienen las estudiantes sobre las fuentes de información que se suministran para realizar la tarea, se diseñó una encuesta que se aplica a 45 estudiantes mediante un formulario de Google. Las preguntas que se realizan son:

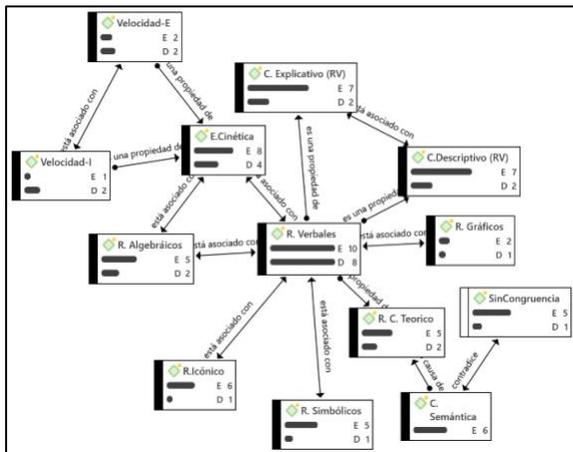
¿En qué grado del 1 al 6, siendo 1 el menor grado y 6 el mayor grado (1, 2, 3,4,5,6), le ayuda cada una de las fuentes y por qué?

A continuación, se muestra una descripción de las fuentes: **F1**, que consiste en una simulación online del laboratorio PhET sobre los choques y colisiones; **F2**, es un video tutorial en YouTube que hace una síntesis sobre el tema de choques y colisiones; **F3**, es una canción de rap sobre el momento lineal; **F4**, es un archivo PDF tipo presentación que tiene muchas ilustraciones, imágenes, conceptos y ejercicios sobre el tema y, **F5**, es un documento PDF estructurado con las

explicaciones, modelos e imágenes detalladas sobre los choques y colisiones.

4. Resultados

A continuación, se ilustran los resultados de los dos análisis que son: 1-la tarea que realiza la estudiante sobre una presentación acerca del tema de choques y colisiones y, 2-análisis de las



percepciones de los estudiantes sobre el grado de ayuda que le brinda cada una de las fuentes que se suministran para la tarea.

4.1. Análisis de la tarea que realiza la estudiante

Inicialmente se hace una transcripción del video. Luego se lleva este documento en versión de texto o registro verbal al software ATLAS.ti y se realiza una nube de conceptos. El resultado se muestra a continuación (Figura 2).



Figura 2. Imagen de la nube de conceptos. Fuente: resultados del software.

Como se puede observar, los conceptos más recurrentes son: “energía”, “choque”, “velocidad” y “restitución o coeficiente de restitución”. En menor proporción se encuentran “movimiento”, “momento”, “masa” y “fuerza”.

Según los resultados, la tarea que presenta la estudiante demuestra apropiación de los conceptos básicos.

En seguida se muestra una red semántica que se realiza de manera deductiva, es decir, mediante el uso de categorías y códigos preestablecidos (Figura 3).

Figura 3. Red semántica a partir de los códigos con mayor densidad (D) y enraizamiento (E)¹ Fuente: resultados del software.

Como se puede observar, el código con mayor densidad y enraizamiento es el de los registros verbales los cuales se enlazan con los registros algebraicos y la energía cinética, y de la misma manera, se enlazan los componentes descriptivo y explicativo.

También se observa que la idea de velocidad de forma implícita y explícita constituyen

del estudiante, y el enraizamiento (E) tiene que ver con el número de relaciones entre códigos.

¹ La densidad (D) se relaciona con la frecuencia con que aparece esta idea o concepto en el registro verbal



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias



Resultado de Investigación

propiedades de la energía cinética. Igualmente se observa que el reconocimiento del contexto teórico es una propiedad de los registros verbales y, este a su vez se relaciona con la posible congruencia o incongruencia semántica con que se muestren los registros. Por otra parte, los registros icónicos, gráficos y simbólicos se asocian con los verbales en el proceso de construcción de la tarea.

En seguida se muestran algunos diagramas de relaciones entre códigos (Figura 4).

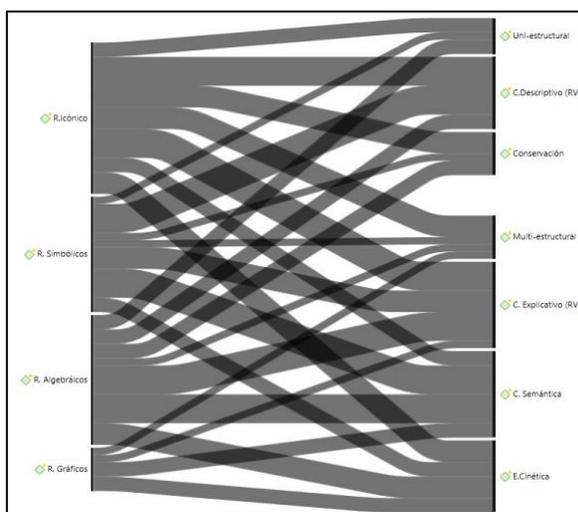


Figura 4. Diagrama Sankey de relaciones entre códigos. **Fuente:** resultados del software.

De acuerdo con los resultados del diagrama Sankey de la figura 4, se puede realizar una tabla para mostrar una síntesis de las relaciones que se observan entre el uso de registros semióticos y algunos aspectos sobre los niveles de comprensión, los componentes amplios y el manejo del lenguaje (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados del análisis de las relaciones entre el uso de registros semióticos, los niveles de comprensión y el manejo del lenguaje.

Registros Semióticos	Síntesis de las relaciones que se observan
Icónicos	Se observa que el uso de estos registros guarda una mayor relación en niveles de comprensión multi-estructural que uni-estructural, además, que los componentes amplios de energía cinética y conservación de la energía aparecen en proporciones semejantes, lo mismo que el carácter descriptivo y explicativo de los registros verbales, pero, con una menor correspondencia semántica.
Simbólicos	Se observa poca relación entre el uso de estos registros y los niveles de comprensión tanto uni-estructurales como multi-estructurales, una mayor relación con el carácter descriptivo que explicativo de los registros verbales, mayores relaciones con la idea de energía cinética que con la conservación de la energía y mayores relaciones con la correspondencia semántica que los registros icónicos.
Algebraicos	Se observan relaciones débiles tanto en el nivel de comprensión uni-estructural como multi-estructural, una mayor relación con la idea de energía cinética que la conservación, mayores relaciones con el carácter explicativo que descriptivo en los registros verbales, y una



relación con la correspondencia semántica semejante que los registros simbólicos.

Se observan pocas relaciones entre estos registros y los niveles de comprensión multi-estructural y ninguna con la comprensión uni-estructural, asimismo, pocas relaciones con el carácter explicativo y ninguna con el descriptivo, se observan relaciones con la idea de energía cinética pero no con la conservación de la energía, también, se nota una relación similar con la correspondencia semántica que el caso de los registros icónicos pero menor que las relaciones que se muestran con los registros simbólicos y algebraicos.

Gráficos

Fuente: de los autores a partir de la figura 4.

4.2. Percepción sobre las fuentes de información que se suministran

En este ítem se muestra una gráfica sobre los resultados de los niveles de percepción de las estudiantes a cerca de las fuentes de información que se suministra (Figura 5).

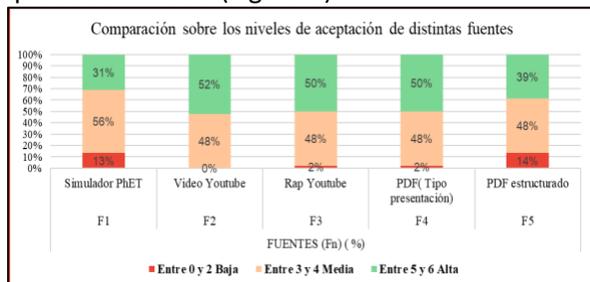


Figura 5. Niveles de percepción sobre las fuentes de información. **Fuente:** de los autores.

En la figura 5 se observan las fuentes F1, F2, F3, F4 y F5, donde se establecen tres rangos así: de 0 a 2 percepción baja, de 3 a 4 percepción media y de 5 a 6 percepción alta.

Según los resultados, se observa un mayor número de estudiantes que tienen una percepción baja, 13% y 14%, respectivamente sobre las fuentes F1 (simulador PhET) y F5 (texto PDF estructurado). Por otra parte, las fuentes F2 (video tutorial de YouTube), F3 (canción de rap en YouTube) y F4 (documento PDF con imágenes e ilustraciones), muestran niveles de percepción del 50% para media y 50% para alta.

Con relación a los simuladores (**F1**), una síntesis de los argumentos por rangos que expresan los estudiantes es: (0 a 2): “No son fáciles de visualizar. No las entendía. Se nos hizo difícil su manejo”, (3 a 4): “Es una gran ayuda visual sin embargo resultó complicado ingresar datos porque tiene un rango restringido. Por su aspecto visual. Nos fue útil después de usar otras fuentes”

(5 a 6): “Por su parte gráfica con valores específicos. Ayudó a comprender algunos conceptos. Porque pude entender un poco más el tema”.

Con respecto a **F5**, se muestran los siguientes argumentos: (0 a 2): “Muy difícil su comprensión. No nos gusta mucho leer. No la usé”. (4 a 5): “Aunque un poco enredado y aburrido tenía información valiosa para complementar el trabajo. Aburrido y confuso con pocas ilustraciones”. (5 a 6): “Ayudan a profundizar sobre el tema. Se encontraba la información básica necesaria después de releer varias veces el texto”.

5. Conclusiones y/o consideraciones finales

Según los resultados de la figura 3, se ratifica lo que plantea Duval a cerca de la importancia de los registros verbales como ejes para establecer

los grados de congruencia (correspondencia semántica, univocidad semántica y organización de las unidades significativas) entre dos registros semióticos.

Sin embargo, se debe considerar que la red semántica de la figura 3 se elabora a partir de un proceso deductivo en el software ATLAS.ti, es decir, con categorías y códigos preestablecidos y, por lo tanto, se deja para otra oportunidad el análisis de la información a partir de un proceso inductivo donde se vayan descubriendo las respectivas categorías y códigos a medida que se revisa la información. Esto puede mostrar variaciones en los resultados.

Con relación al uso de los registros semióticos y la comprensión, en la síntesis de la tabla 1 se puede analizar que, al parecer, la estudiante tiene mayor dificultad para expresar niveles de comprensión mediante el uso de registros gráficos y en menor grado de dificultad respectivamente, con los registros semióticos algebraicos, simbólicos e icónicos.

Al mismo tiempo se puede observar que la correspondencia semántica cuando se usan los registros semióticos gráficos es menor que cuando se usan los simbólicos y algebraicos, sin embargo, también se alcanza un nivel de comprensión multi-estructural.

Aunque estos resultados no son concluyentes, se puede observar que la estudiante puede utilizar cualquier tipo de registros para mostrar la comprensión sobre la energía mecánica, pero tiene mayor dificultad con las gráficas que con los esquemas icónicos.

A propósito de la percepción sobre las fuentes que se utilizan, se debe prestar atención al uso de los simuladores y los textos con lenguajes muy estructurados, porque, al parecer, generan dificultades en la comprensión de los estudiantes. Por lo tanto, es necesario alfabetizar, es decir, realizar procesos de formación en las imágenes y representaciones que se usan en los distintos contextos para

mejorar los procesos de construcción de conocimientos.

6. Referencias

- Andréu A, J. (n.d.). Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada. *Hispania*, 43(2), 296. <https://doi.org/10.2307/334486>
- Bardin, L. (1996). *Análisis de Contenido/Traducción de Cesar Suarez*.
- Beuchot P, M. (2013). *La Semiótica: Teorías del signo y el lenguaje en la historia* (Fondo de Cultura Económica (ed.)). <https://doi.org/10.22201/dgpfe.9786070247163e.2013>
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). **Teaching For Quality Learning At University**. In McGrawHill (Ed.), *Society for Research into Higher Education & Open University Press* (3rd editio). http://books.google.se/books/about/Teaching_for_Quality_Learning_at_Univers.html?id=XhjRBrDAESkC&pgis=1
- Callone, C., & Torres, N. (2013). ¿ Por qué las representaciones semióticas pueden ser obstáculos para la comprensión ? Un estudio en el tema ácido-base. *Educación Química*, 24(3), 288–297. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)72478-9](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72478-9)
- Castro-Montaña, J. E., y Gallego-Torres, A. P. (2009). La educación energética. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED No. Extraordinario, 2009*, 323–329. <https://doi.org/https://doi.org/10.17227/01203916.238>
- Creswell, J. (2012). *Educational Research : Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (Pearson (ed.); Cuarta).
- Da Silva Faria, M. (2019). Dificuldade de Aprendizagem em Física à Luz da Teoria da Carga Cognitiva. In *Repositório Institucional - Universidade Federal de Uberlândia Faculdade de Educação (FACED) DISSERTAÇÃO - Educação* (Vol. 11, Issue 1). <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/24626>
- de Lima, L. G. (2019). The theory of registers of



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias



Resultado de Investigación

- semiotic representation: Contributions to the teaching and learning of physics. *Investigaciones Em Ensino de Ciências*, 24(3), 196–221. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n3p196>
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481–490. <https://doi.org/10.1080/0950069890110501>
- 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). **Comprensión y Aprendizaje de las Matemáticas: Perspectivas Semióticas Seleccionadas** (D. I. en E. DIE (ed.)).
- 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., 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>
- Escriba, S. (2020). **96 Herramientas de Google para cualquier negocio online.** <https://sergioescriba.com/herramientas-google/>
- FAO. (2019). **El apoyo de la FAO para alcanzar los Objetivos del Desarrollo Sostenible en América del Sur-Panorama.** Panorama actual. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura. <http://www.fao.org/3/ca3884es/ca3884es.pdf>
- Jewett, J. W. (2008). Energy and the Confused Student IV: A Global Approach to Energy. *The Physics Teacher*, 46(4), 210–217. <https://doi.org/10.1119/1.2895670>
- Mosquera L., E., Castiblanco, O., & Londoño, G. (2021). Perspectivas amplias con enfoques semióticos para la didáctica de la física. *REIDU/ Vol. 3/Nº2/ Antofagasta, Chile.*, 3(2), 189–216. <https://doi.org/https://doi.org/10.54802/r.v3.n2.2021.95>
- Nardi, R., & Castiblanco, O. (2014). **Didáctica da Física.** http://www.culturaacademica.com.br/catalogo-detalle.asp?ctl_id=476
- Park, M., & Liu, X. (2016). Assessing Understanding of the Energy Concept in Different Science Disciplines. *Science Education*, 100(3), 483–516. <https://doi.org/10.1002/sc.21211>
- Prada, R., Gamboa, A., y 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>
- Ruiz, F., Tamayo, O., y 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., y Nubiola, J. (2019). **Signo. Compendio de Lógica, Teoría de La Argumentación y Retórica, Eduardo de Bustos et Al (Eds), UNED, Madrid, 1–7.** <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/sc.20306>
- Sanhueza Haro, S., Bravo Escobar, A., Faúndez Araya, C., y Utreras Cofré, E. (2018). Las TIC como herramientas cognitivas de inclusión en clases de física para estudiantes de enseñanza secundaria. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias. (Bogotá, Colombia)*, 13(2), 306–324. <https://doi.org/10.14483/23464712.12585>
- Schmidt, D. R. (2016). Representación de objetos tridimensionales en papel: Análisis de la capacidad de los académicos del grado en Física de la Universidad Frontera del Sur, a la luz de la perspectiva semiótica y los conceptos de Electromagnetismo. In *Universidad*



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias



Resultado de Investigación

- Federal da Fronteira Sul (UFFS)-Brasil** (Vol. 3).
<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/288>
- 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., y 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>
- Tamayo. (2001). *Evolución conceptual desde una Perspectiva Multidimensional. Aplicación al concepto de Respiración*.
<https://www.tdx.cat/handle/10803/4688;jsessionid=6B2DADE46C4007C06DOECB35C8E3844A>
- 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>
- Tamayo, O. E. (2014). Aprendizaje en profundidad. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, No. 2, Vol. 10, 7-10. Manizales: Universidad de Caldas, 10(2), 7–10.
- Zapata, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*. (Bogotá, Colombia), 11(2), 193.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3>