

Para citar este capítulo siguiendo las indicaciones de la séptima edición en español de APA:

Mosquera Lozano, E. (2026). Uso de registros de representación semiótica y argumentación. Caso energía mecánica en maestros. En J. Gutiérrez Avendaño (Dir.), *Horizontes educativos en ciencias, diversidad, sociedad y tecnología* (pp. 88-109). Fondo Editorial Universidad Católica Luis Amigó. <https://doi.org/10.21501/9786287765337.6>

Capítulo 6.

Uso de registros de representación semiótica y argumentación. Caso energía mecánica en maestros¹

Edwin Mosquera Lozano*

¹ Capítulo derivado de la tesis doctoral titulada "Registros de representación semiótica sobre la comprensión amplia de la energía mecánica, sus modelos matemáticos, explicaciones y argumentos de su conocimiento científico", presentada en la Universidad Tecnológica de Pereira. Fecha de inicio: febrero de 2019. Fecha de finalización: diciembre de 2024.

* Ingeniero Mecánico y magíster en Comunicación Educativa de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP). Doctor en Didáctica de las Ciencias Naturales, (UTP). Correo electrónico: yuyu@utp.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5429-9288>

Introducción

En la educación en ciencias convergen múltiples actores, destacándose el estudiantado y los docentes, cuya interacción configura dinámicas centrales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este contexto, se pretende conocer acerca de los obstáculos que tienen estudiantes en clase de Física, de una institución de educación básica secundaria en el municipio de Dosquebradas del Departamento Risaralda (Colombia), para explicar los fenómenos físicos por medio del conocimiento científico de la energía mecánica desde una perspectiva amplia, sistémica y representacional, integrando fuentes, tipos y procesos (Jewett, 2008a, 2008b, 2008c, 2008d; Yavuz, 2011; Scherr et al., 2012; Gray et al., 2019).

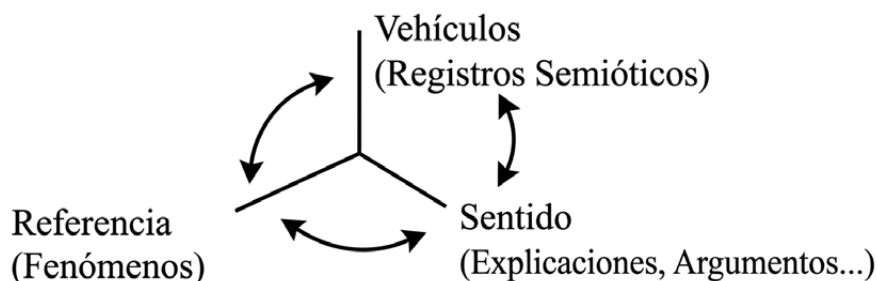
Los hallazgos alcanzados en la tesis doctoral, de la cual surge este capítulo, revelan la necesidad de conocer también el estado de capacidad manifiesta por los maestros que participan en las trayectorias escolares, dado que sus concepciones y prácticas influyen significativamente en la construcción del saber científico en las aulas, independientemente de las disciplinas que enseñen. Justamente, como parte de las propuestas de desarrollo de la tesis algunos evaluadores² preguntan por las posibilidades que tiene esta para aportar acerca de los procesos de formación de maestros, dado que ellos deben aprender a conocer aspectos históricos, conceptuales y cognitivos (Cifuentes & Uribe, 2016). Surge así la motivación por aplicar a maestros el análisis desarrollado en la tesis basado en la Teoría de los Registros de Representación Semiótica (TRRS) (Duval, 2017) y la Argumentación (García de Cajén & Domínguez Castiñeiras, 2020), ya que resulta crucial comprender la construcción de conocimiento docente que suele dar origen y perpetuación de prácticas y enfoques que, a menudo, se alejan de los ideales de aprendizaje transformador en las ciencias. Es clara la necesidad de investigar y reflexionar sobre la construcción de conocimiento en la formación del maestro.

Dada la complejidad para entender los procesos de enseñanza y aprendizaje se deben usar perspectivas dimensionales y multidimensionales que tengan en cuenta varios aspectos del problema (Castiblanco & Nardi, 2023; Tamayo Alzate, 2001, 2006; Tamayo Alzate, 2014). Específicamente la construcción del conocimiento se considera desde una perspectiva inferencial (Castañares, 2002), es decir, integrando el referente, objeto o fenómeno, las representaciones como vehículos y el sentido que se elabora mediante descripciones, explicaciones y argumentos en un modelo de registro semió-

² Ives Solano Araujo: https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=CZOpRmIAAAJ&view_op=list_works&sortby=pubdate

tico triádico (Hubber & Tytler, 2017). En síntesis, la estructura de los RST (Figura 1), se compone de un referente (realidad/fenómeno/objeto), vehículo (representaciones/registros semióticos) y sentido (interpretación).

Figura 1
Estructura de los Registros Semióticos Triádicos (RST)



Los Registros Semióticos Triádicos (RST) constituyen una propuesta de Mosquera y Londoño (2021) para construir conocimiento desde perspectivas inferencialistas del signo. El acercamiento con el fenómeno puede ser directo o indirecto mediante el uso de laboratorios caseros, virtuales, simulaciones o remotos (Castiblanco, 2021; Catiblanco & Vizcaino, 2024; Idoyaga et al., 2020), mientras que los elementos vehiculares se implementan por medio de los modelos matemáticos a través de la coordinación de Registros de Representación Semiótica (RRS) (Duval, 2017; Svensson, 2022) y, por otra parte, el sentido se configura desde las posibilidades que brinda la argumentación para analizar aspectos epistémicos y lingüísticos en la didáctica de las ciencias (Ruiz et al., 2015; Erduran et al., 2015), lo cual permite estudiar los contextos de razonamiento, la multiplicidad de roles y el acercamiento explícito, implícito y conceptual de los RRS que producen los estudiantes (Kohler & Chabloz, 2017; Idoyaga et al., 2017).

En ese marco, vale preguntar acerca del uso de registros de representación semiótica desde una perspectiva triádica y de la argumentación que hacen maestros colombianos de diferentes áreas de educación básica (primaria y secundaria) y media, cuando se les pide explicar un fenómeno relacionado con los conceptos de la energía mecánica. Lo que implica, en referencia a la construcción de conocimiento, preguntar acerca de cómo interpretan los fenómenos físicos (referentes) usando registros icónicos (esquemas, imágenes, fotos), qué habilidades poseen para transferir conocimientos matemáticos a la física (vehículos) usando registros simbólicos (ecuaciones, variables) y gráficos, y mediante qué procesos interrelacionan ideas y argumentan sobre dichos fenómenos (sentido) usando registros verbales (texto, voz). En síntesis, el estudio busca entender

las interacciones entre el uso coordinado de RRS y los procesos argumentativos sobre el fenómeno físico que se les presenta a maestros de distintas disciplinas de la formación escolar.

Consecuentemente, el objetivo de la investigación es analizar el caso de las habilidades de maestros de la educación básica (primaria y secundaria) y media colombiana en la construcción de conocimiento desde sus argumentos y el uso de Registros de Representación Semiótica (RRS), aplicado sobre un fenómeno físico que se relaciona con los conceptos de la energía mecánica.

Metodología

A efectos de investigar acerca del caso de los niveles de formación de maestros en la construcción de conocimientos desde sus argumentos y el uso de RRS, se implementa un estudio de caso (Creswell, 2012, 2013), donde los datos se seleccionan de manera no aleatoria y por conglomerados dado que se elige el grupo de profesores que se inscriben a un evento.

Toma de datos

Para la toma de datos se encuentra el escenario propicio durante el desarrollo de una Asamblea Pedagógica llevada a cabo el 31 de mayo de 2024, en el marco del Centro de Estudios e Investigaciones Docentes (CEID), cuya base es el Proyecto Educativo Pedagógico Alternativo (PEPA), que se propone desde FECODE (Federación Colombiana de Educadores [FECODE], 2012). En esta ocasión, se realiza un taller, que da lugar a conformar la muestra, con la participación de 57 maestros de diferentes áreas del conocimiento como matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, humanidades, artes, educación física, primaria, transición y otros maestros donde se incluyen uno de administración comercial, otro de orientación, uno de secundaria y otro sin especificar el área, lo cual se configura dentro de las comunidades de práctica que incluyen múltiples ejes en la formación de maestros (Souza et al., 2022), en medio de los múltiples retos que se deben enfrentar en el aula, tal es el caso de la inclusión (Téllez Ruíz et al., 2024).

Inicialmente, se facilita el acercamiento directo al fenómeno físico que consiste en el funcionamiento de un carrito propulsado por un globo, el cual se desplaza desde un punto A hasta un punto B (Figura 2). El fenómeno resulta cercano para la mayoría de los adultos, ya que se aplica en la movilidad de coches de juguete, inclusive algunos creados artesanalmente en la niñez con materiales cotidianos, a similitud del utilizado en el taller.

Figura 2
Carrito propulsado por un globo



Nota. Fotografía tomada en la experiencia

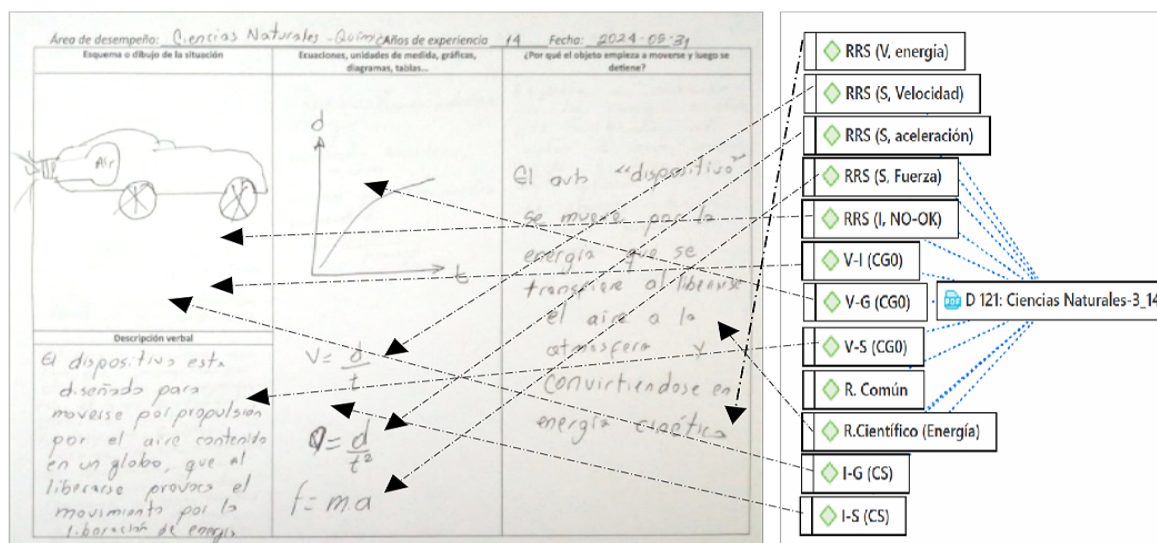
Una vez realizada la observación del fenómeno, se recoge la información a través de un cuestionario donde se solicita a los maestros: inicialmente, describir el fenómeno observado, hacer un esquema, explicar mediante modelos matemáticos y responder la pregunta ¿por qué el objeto empieza a moverse y luego se detiene?

Análisis y resultados

La información recogida se procesa con análisis de contenido y codificación deductiva, con categorías preestablecidas, e inductivas por medio de códigos que emergen en el análisis, mediante el software ATLAS.ti (Bardin, 1996; López-Noguero, 2002; Flick, 2015; Penalva et al., 2015). Las categorías que se codifican son: 1) “contexto de razonamiento” común o fuera del conocimiento científico, dentro de la cinemática, la dinámica newtoniana o en la energía, 2) “uso de RRS” sobre desplazamiento, velocidad, aceleración, fuerza, esquemas, diagramas y sistemas de referencia y, 3) “congruencias entre RRS” verbales (V), icónicos (I), simbólicos (S) y gráficos (G). Después de abordar estas categorías se muestran las relaciones comunes entre las áreas de conocimiento de los maestros.

En primer lugar, como resultado del proceso de análisis en ATLAS.ti, mediante la Figura 3 se ilustra el documento 121 con el cual se registra la solución del ejercicio que realiza el maestro #3 de Ciencias Naturales, quien cuenta con 14 años de experiencia (D 121: Ciencias Naturales-3_14).

Figura 3
Cuestionario resuelto por un maestro de Ciencias Naturales



Nota. Imagen del cuestionario resuelto, y Codificación en ATLAS.ti

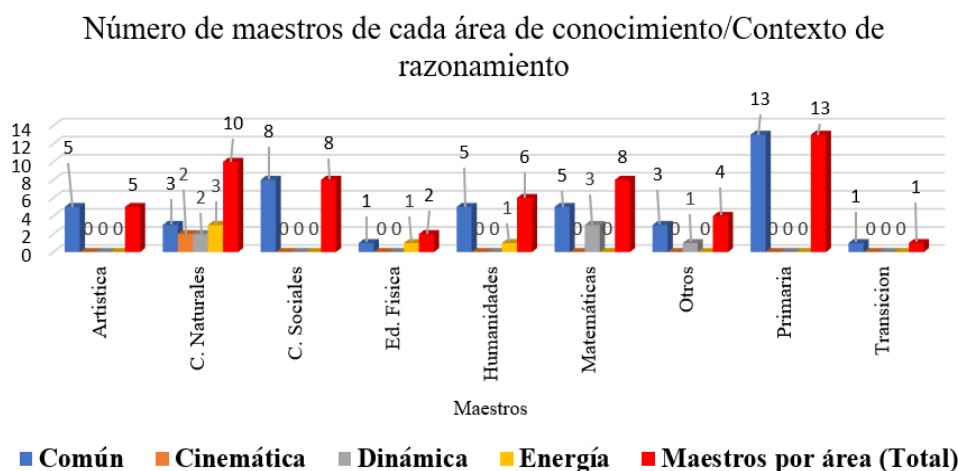
En la Figura 3, puede observarse con respecto al uso de RRS, la energía mediante un RRS verbal (RRS [V, energía]), la velocidad, la aceleración y la fuerza mediante RRS simbólicos, respectivamente (RRS [S, Velocidad]), (RRS [S, aceleración]), (RRS [S, Fuerza]), además, el esquema del carrito es incorrecto con respecto al real (RRS [I, NO-OK]), porque se dibuja la dirección de salida del aire del globo coincidente con el movimiento del carrito cuando estos dos elementos van en sentido contrario por la ley de acción y reacción o se suele ubicar el globo de forma invertida, quizás, por falta de comprensión del fenómeno o funcionamiento del aparato, lo cual se refleja en las relaciones incongruentes entre la descripción y el esquema (V-I [CGO]) y, de la misma manera, se establecen relaciones incongruentes entre los RRS verbales, simbólicos y gráficos respectivamente (V-S [CGO]), (V-G [CGO]), porque se escriben las ecuaciones pero no se explican dentro del contexto del análisis. Sin embargo, cuando el maestro da respuesta a la pregunta ¿por qué el carrito comienza a moverse y luego se detiene? lo hace en el contexto del conocimiento científico de la energía (R. Científico [Energía]) y, asimismo, establece correspondencia semántica entre el esquema, las ecuaciones y la

gráfica respectivamente (I-S [CS]), (I-G [CS]), porque considera las ecuaciones y la gráfica cartesiana distancia vs tiempo dentro del contexto de razonamiento del movimiento rectilíneo variado, es decir, con aceleración o cambios de velocidad.

A continuación, se ilustran los resultados generales del análisis de todos los cuestionarios que se relacionan con el contexto de razonamiento, el uso de RRS y las correspondencias semánticas que se destacan. En la Figura 4 se ilustran las frecuencias que relacionan el número de maestros que se ubicaron en cada uno de los contextos de razonamiento a partir de la pregunta ¿por qué el carrito comienza a moverse y luego se detiene?

Figura 4

Áreas de conocimiento y contextos de razonamiento



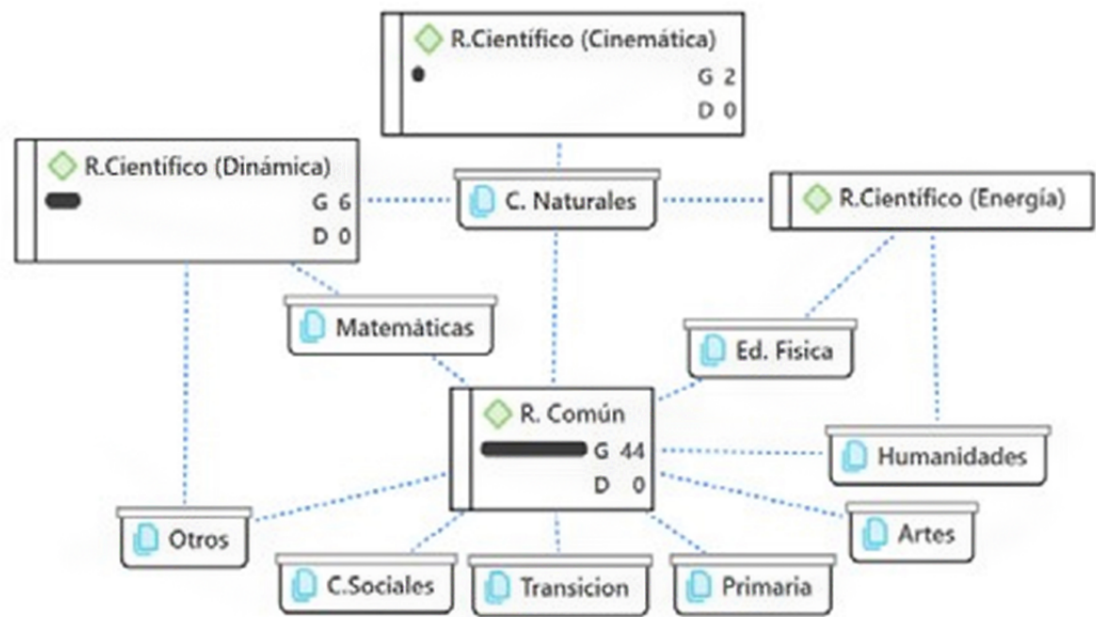
Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS.ti

Según la Figura 4, en la actividad participaron 5 maestros de artística, 10 de ciencias naturales, 8 de ciencias sociales, 2 de educación física, 6 de humanidades, 8 de matemáticas, 13 de primaria, 1 de transición y 4 de otras áreas que incluyen orientación, administración comercial, secundaria y uno sin marcar. Adicionalmente, la mayor parte de los maestros, en todas las áreas, ubican sus explicaciones y argumentos en el contexto del razonamiento común fuera del conocimiento científico. Esto coincide con Prada et al. (2021), acerca de la necesidad de mejorar el uso consciente y coordinado de RRS en la didáctica. Por su parte, en el grupo de los maestros de ciencias naturales, 2 de ellos se ubican en el contexto de la cinemática, 2 en la dinámica newtoniana y 3 en la energía. Adicionalmente, en el grupo de educación física y humanidades, 1 maestro se ubica en el contexto de la energía respectivamente; mientras que en los grupos de matemáticas y otros, 3 maestros y 1 maestro respectivamente, ubican sus conocimientos en el

contexto de la dinámica. Es evidente que, incluso entre los maestros de ciencias naturales y matemáticas, sus contextos de razonamientos muestran gran diversidad (Kohler & Chabloz, 2017).

La Figura 5 complementa la información de la Figura 4 porque permite visualizar de manera gráfica las relaciones entre áreas de conocimiento de los maestros, los contextos de razonamiento y sus frecuencias (G) y, además, el enraizamiento (D) de estos códigos, en otras palabras, las veces que se observan relaciones entre un código y otros códigos. En este análisis aparece D=0 porque se tienen pocas citas o textos en cada uno de los cuestionarios que se revisan.

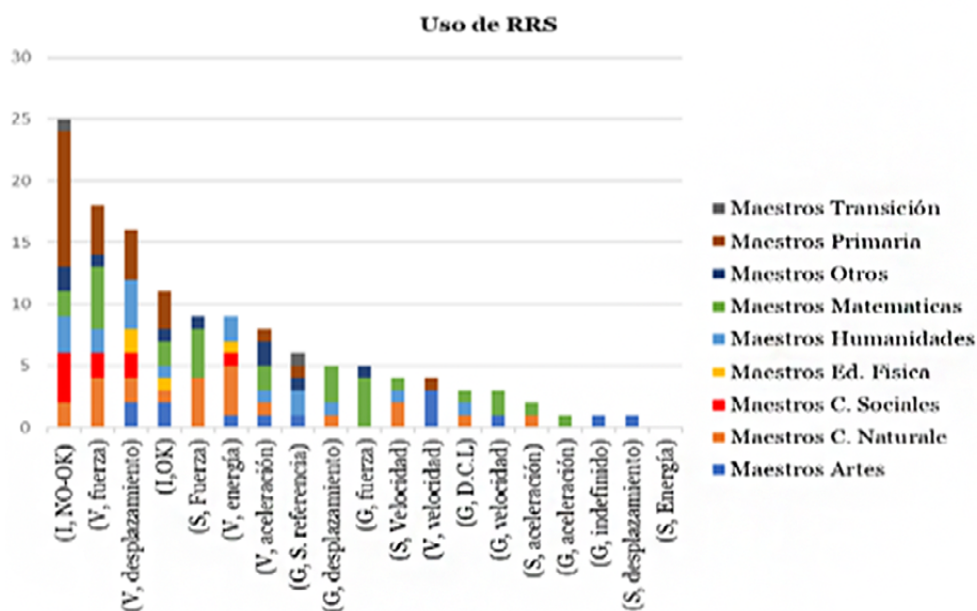
Figura 5
Red semántica sobre los contextos de razonamiento



Nota. Resultados en el software ATLAS.ti

Resulta de relevancia informativa visualizar la frecuencia con que los maestros de las distintas áreas de conocimiento hacen uso de los registros de representación semiótica (Figura 6).

Figura 6
Áreas de conocimiento y uso de registros de representación semiótica



Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS.ti

Según la Figura 6, el uso de RRS por parte de los maestros, en orden de mayor a menor frecuencia, revela que un número importante de ellos muestran debilidades en la construcción del esquema del carrito (I-NO-OK), en el que se observan, en especial, maestros de primaria, ciencias sociales, artes, humanidades y matemáticas. Después, se destaca el uso de RRS verbales sobre fuerza y desplazamiento (V, fuerza), (V, desplazamiento); el dibujo correcto del esquema del carrito (I-OK), la fuerza mediante un RRS simbólico (V, fuerza), luego, la energía y la aceleración respectivamente, mediante RRS verbales (V, energía), (V, aceleración).

En ese orden, continúa el uso de un RRS gráfico para denotar el sistema de referencia del carrito (G, S. referencia) y, se evidencia, curiosamente, en algunos maestros de humanidades, artes, primaria, transición y otros maestros y, por el contrario, en ninguno de Ciencias Naturales o Matemáticas. Mientras, que los RRS gráficos y simbólicos sobre desplazamiento (G, desplazamiento), fuerza (G, fuerza) y velocidad (S, velocidad), se concentran, en algunos maestros de ciencias naturales y matemáticas.

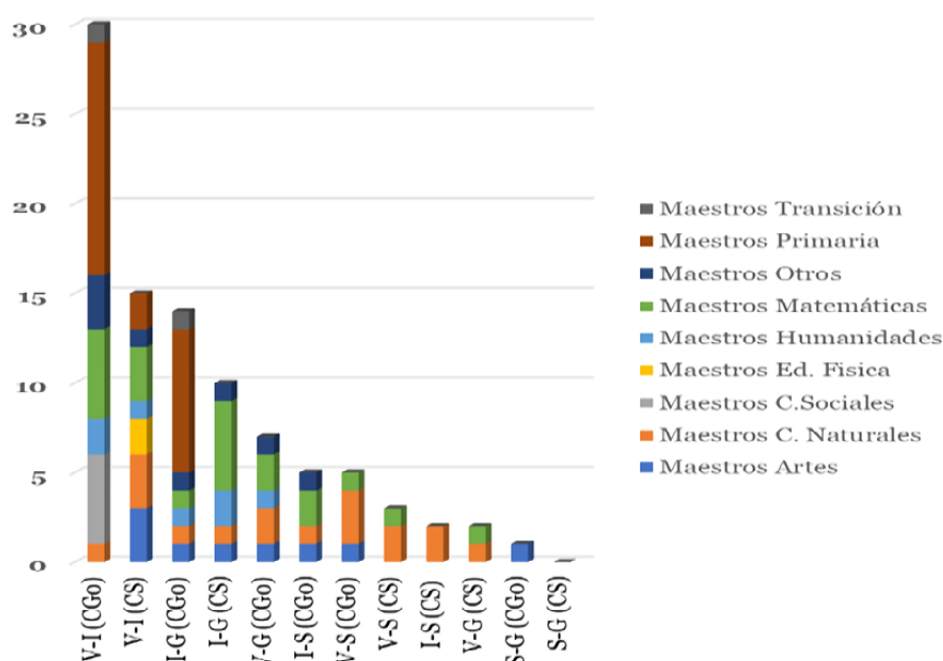
El resto de RRS, velocidad mediante RRS verbales (V, velocidad), diagramas de cuerpo libre (G, D.C.L), velocidad y aceleración de forma gráfica (G, velocidad), (G, aceleración) respectivamente y, además, aceleración y desplazamiento mediante RRS simbólicos (S, aceleración), (S, desplazamiento); en ese orden, se observan con bajas frecuencias en una minoría de maestros de matemáticas, ciencias naturales y artes. Atento a estos

resultados, se evidencian falencias en la observación del fenómeno, máxime, en los maestros de primaria, pero también, en las otras áreas (Castiblanco & Vizcaíno, 2024), lo cual guarda relación con los obstáculos para entender el fenómeno o funcionamiento del carrito y se manifiesta en la construcción del esquema.

En cuanto al establecimiento de relaciones congruentes entre RRS, en la Figura 7 se ilustran en orden decreciente, los vínculos entre esta categoría y las áreas de conocimiento de los maestros.

Figura 7

Áreas de conocimiento y establecimiento de congruencias e incongruencias entre registros



Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS.ti

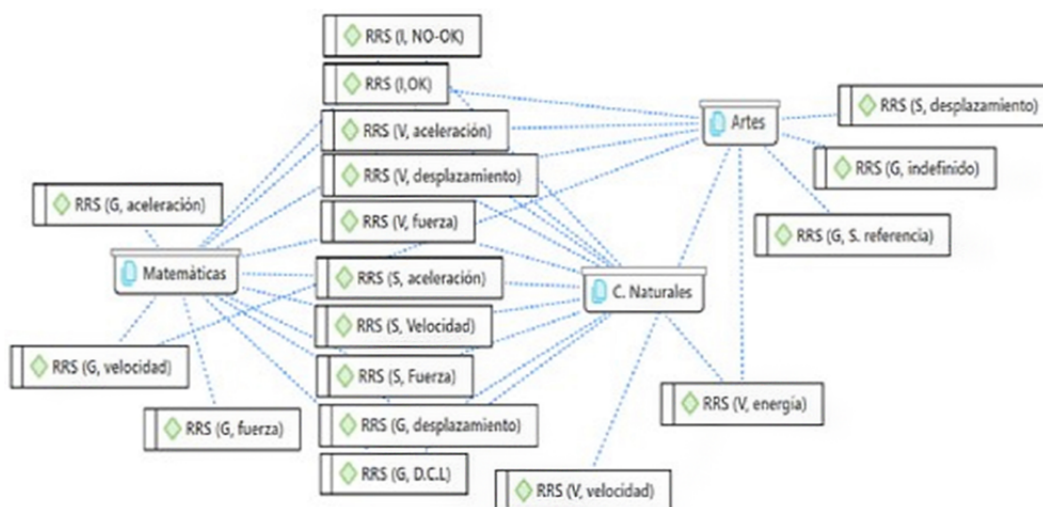
De la información de la Figura 7 resulta que un número importante de maestros establecen relaciones incongruentes entre la descripción y el esquema del carrito (V-I [CGO]), esto se visualiza, entre otras razones, por un dibujo del carrito o descripción que se desvía de la comprensión del fenómeno. En este grupo se destacan maestros de primaria, sociales, matemáticas, otros, humanidades y ciencias naturales. Estas relaciones incongruentes también sobresalen entre RRS icónicos y gráficos (I-G [CGO]), icónicos y simbólicos (I-S [CGO]) y simbólicos y gráficos (S-G [CGO]), porque se evidencian esquemas inconsistentes con el fenómeno o las gráficas y ecuaciones se alejan del conocimiento científico.

Por otra parte, las relaciones incongruentes entre RRS verbales, gráficos y simbólicos (V-G [CG0]), (V-S [CG0]), se presentan cuando se muestran gráficas cartesianas y ecuaciones, pero no se explican o argumentan entorno al fenómeno. Como era de esperar, en el establecimiento de relaciones con correspondencia semántica entre RRS verbales y simbólicos (V-S [CS]), icónicos y simbólicos (I-S [CS]) y verbales y gráficos (V-G [CS]), se destacan, en especial, algunos maestros de ciencias naturales y matemáticas. Las correspondencias semánticas más destacadas se observan entre RRS verbales e icónicos (V-I [CS]) y entre RRS icónicos y gráficos (I-G [CS]), por lo tanto, cobra importancia el RRS icónico o la construcción de dibujos o esquemas como una herramienta para analizar los niveles de comprensión de los fenómenos.

Después de abordar los contextos de razonamiento, el uso de RRS y el establecimiento de relaciones de congruencia entre RRS, se procede a ilustrar mediante redes semánticas los elementos comunes entre las distintas áreas del conocimiento de los maestros entorno al campo de la energía mecánica (Figura 8), en las relaciones entre los maestros de matemáticas, ciencias naturales y artes. Según los resultados los maestros de matemáticas y ciencias naturales muestran la mayor cantidad de elementos comunes, como era de esperarse, por lo tanto, se opta por integrar estos productos a las otras áreas en cada uno de los análisis posteriores.

Figura 8

Red semántica de elementos comunes entre maestros de ciencias naturales, matemáticas y artes



Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS.ti

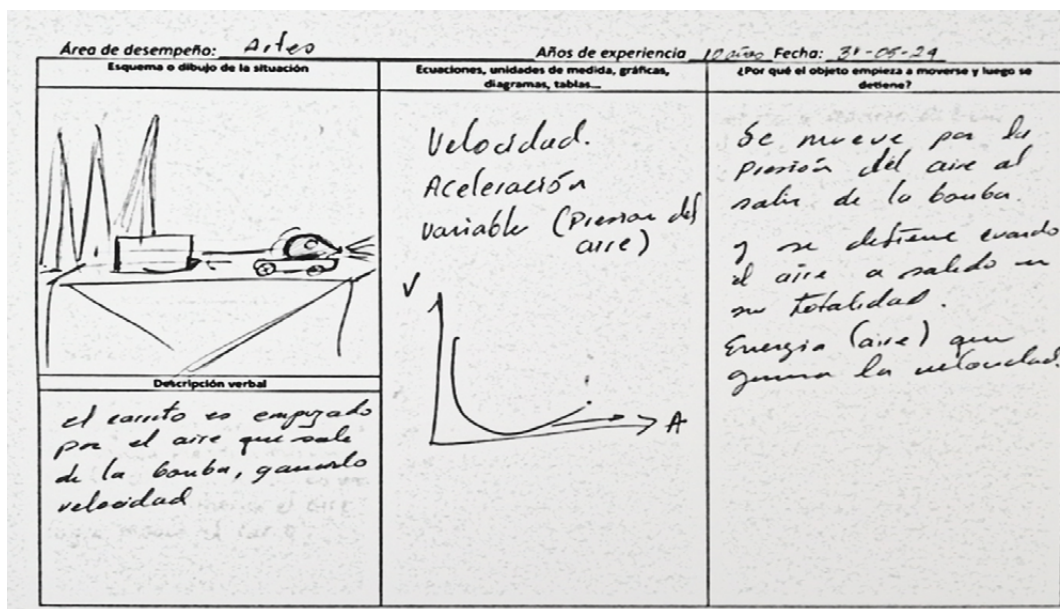
De acuerdo con la red de la Figura 8, los maestros de matemáticas se caracterizan por mostrar de manera exclusiva RRS gráficos sobre aceleración y fuerza respectivamente (RRS [G, aceleración]), (RRS [G, fuerza]), mientras que comparten con maestros

de artes el uso de RRS gráficos sobre la velocidad (RRS [G, fuerza]). La mayor parte de elementos comunes los comparten, como era de esperar, los maestros de matemáticas y ciencias naturales en los cuales se observa la presencia del esquema del carrito tanto de forma correcta (RRS [I, OK]) como incorrecta (RRS [I, NO-OK]), el uso de RRS verbales sobre aceleración, desplazamiento y fuerza respectivamente (RRS [V, aceleración]); (RRS [V, desplazamiento]); (RRS [V, fuerza]), aceleración, velocidad y fuerza mediante RRS simbólicos (RRS [S, aceleración]); (RRS [S, velocidad]); (RRS [S, fuerza]) y además, desplazamiento y diagramas de cuerpo libre mediante RRS gráficos (RRS [G, desplazamiento]); (RRS [G, D.C.L]).

Por su parte, en los maestros de ciencias naturales se nota exclusividad en el uso de la velocidad mediante RRS verbales (RRS [V, velocidad]) y comparten la energía mediante RRS verbales con maestros de artes (RRS [V, energía]). Por otra parte, los maestros de artes muestran exclusividad cuando hablan de desplazamiento por medio de un RRS simbólico (RRS [S, desplazamiento]) e incluso sistemas de referencia (RRS [G, S. referencia]) o gráficos indefinidos (RRS [G, indefinido]), como se muestra el detalle en la Figura 9.

Figura 9

Ejercicio de un maestro de artes: detalle de gráfico indefinido

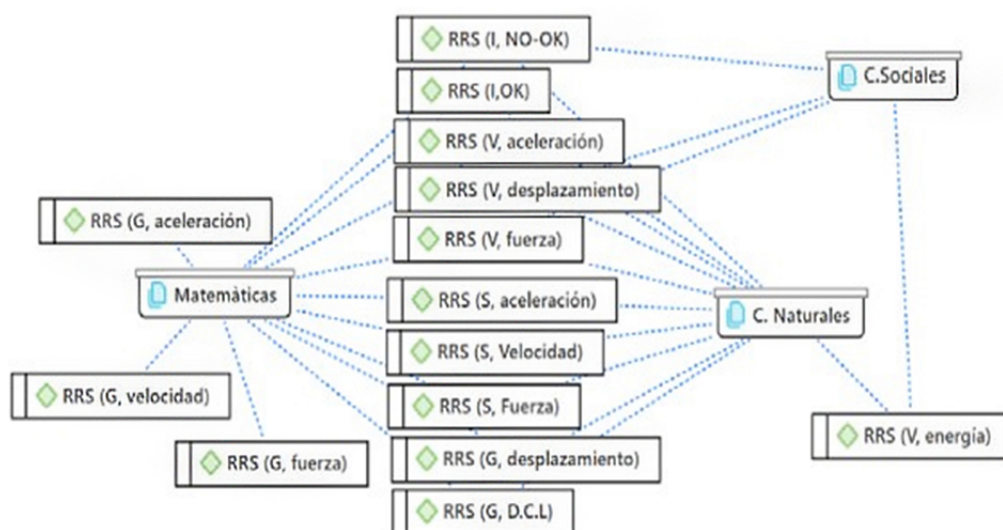


Nota. Copia de la tarea original.

La gráfica de la Figura 9 se denota como indefinida porque no hay detalles sobre las etiquetas V y A; suponiendo que se trate de la velocidad y la aceleración desde el punto de vista del conocimiento científico, la relación entre estas variables es directa y no inversa como se muestra. Seguidamente se ilustra la Figura 10 con las relaciones entre los resultados de los maestros de matemáticas, ciencias naturales y sociales.

Figura 10

Red semántica de elementos comunes entre maestros de ciencias naturales, matemáticas y sociales

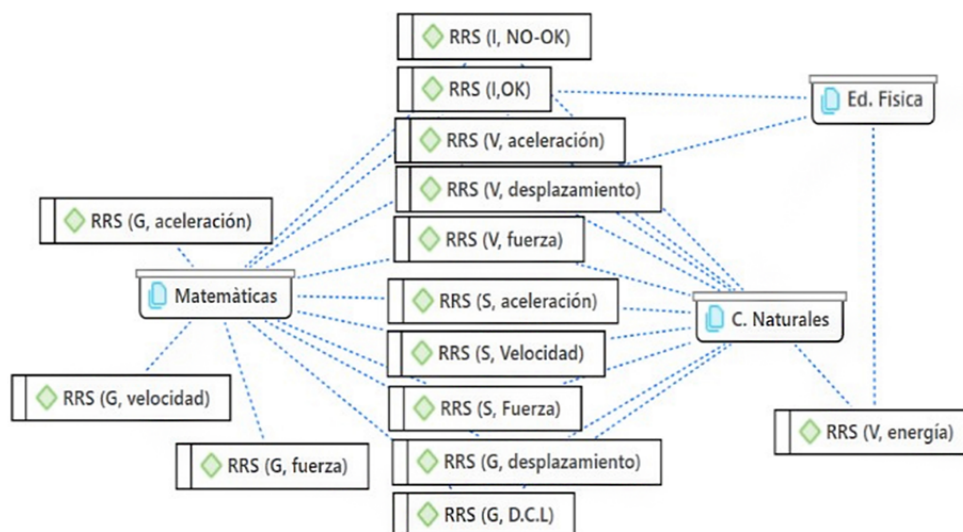


Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS.ti

En la Figura 10, se observa que los maestros de sociales comparten con estos grupos el trazo incorrecto del esquema del carrito (RRS [I, NO-OK]) y, el empleo de RRS verbales para hacer referencia al desplazamiento (RR [V, desplazamiento]) y la aceleración (RRS [V, aceleración]) y tienen en común la energía mediante un RRS verbal (RRS [V, energía]) con los maestros de ciencias naturales. El caso de los maestros de educación física es semejante a los de sociales, lo cual se señala en la Figura 11, con la diferencia del esquema del carrito de manera correcta (RRS [I, OK]) y sin la presencia de aceleración.

Figura 11

Red semántica de elementos comunes entre maestros de ciencias naturales, matemáticas y educación física

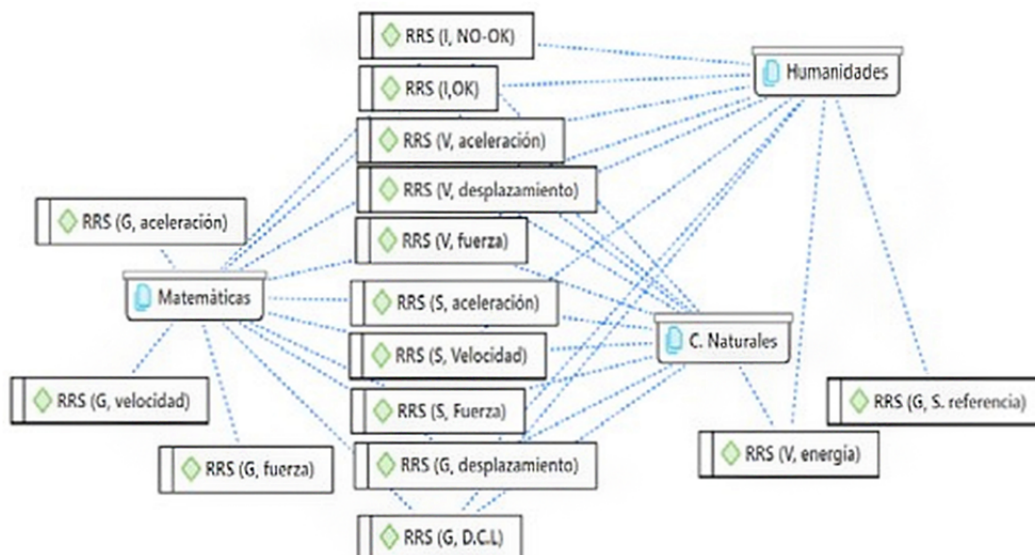


Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS.ti

A su vez, se pone de manifiesto que la mayor cantidad de relaciones entre los maestros de matemáticas y ciencias naturales en este tipo de análisis se da con maestros de humanidades tal como se ilustra en la Figura 12.

Figura 12

Red semántica de elementos comunes entre maestros de ciencias naturales, matemáticas y humanidades

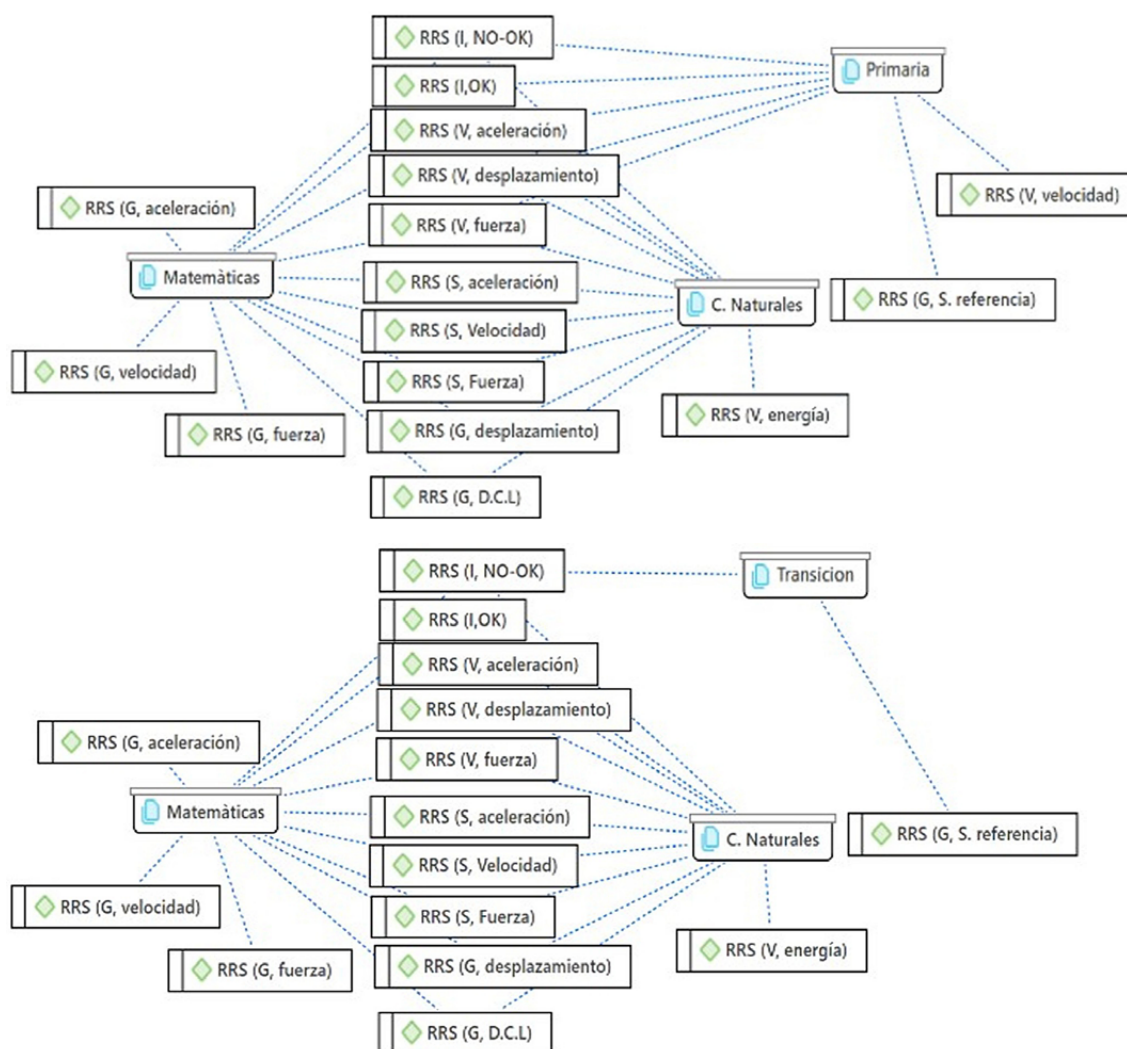


Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS. ti

En la Figura 12, los maestros de humanidades, además de compartir la mayor parte de elementos comunes entre los dos grupos de maestros referentes³, ellos hablan de energía mediante un RRS verbal (RRS [V, energía]) y, adicionalmente, evidencian exclusividad frente a estos dos para hablar de sistema de referencia (RRS [G, S. referencia]). En la Figura 13 se muestran las relaciones entre los maestros referentes con los maestros de primaria y transición.

Figura 13

Red semántica de elementos comunes entre maestros de ciencias naturales, matemáticas, primaria y transición.



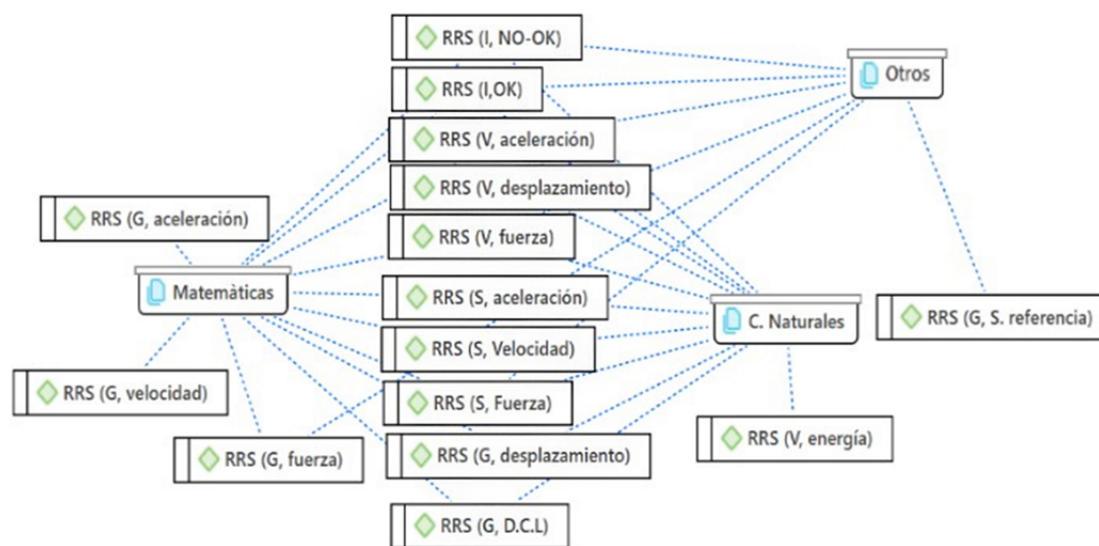
Nota. Diseños a partir de los datos de ATLAS.ti: Parte superior (maestros de primaria), Parte inferior (maestros de transición).

³ Es decir, maestros de matemáticas y ciencias naturales, los cuales se toman como referentes solo por las relaciones del tema de la tesis, propia del campo de la Didáctica de la Física.

En relación con los maestros de primaria, según la Figura 13, estos comparten con los grupos de referencia la elaboración correcta y otras veces incorrecta del esquema del carrito (RRS [I, OK]), (RRS [I, NO-OK]) y, también, al igual que la mayoría de los otros grupos de maestros con respecto a los grupos referencia, usan con mayor frecuencia RRS verbales para mencionar aceleración, desplazamiento y fuerza respectivamente (RRS [V, aceleración]), (RRS [V, desplazamiento]), (RRS [V, fuerza]) y, además, exclusividad para hablar de velocidad por medio de un RRS verbal (RRS [V, verbal]). De acuerdo con los resultados en la Figura 13, los maestros de transición reflejan un esquema incorrecto del carrito en funcionamiento (RRS [I, NO-OK]) pero, evidencian exclusividad frente al empleo de un sistema de referencia (RRS [G, S. referencia]). Se destaca que tanto los maestros de primaria como los de transición evidencian el uso de un sistema de referencia como un hecho positivo que ellos pueden incorporar, si lo hacen consciente, en sus procesos de enseñanza. Para terminar, se muestran las relaciones con los otros maestros en la Figura 14.

Figura 14

Red semántica de elementos comunes entre maestros de ciencias naturales, matemáticas y otros maestros

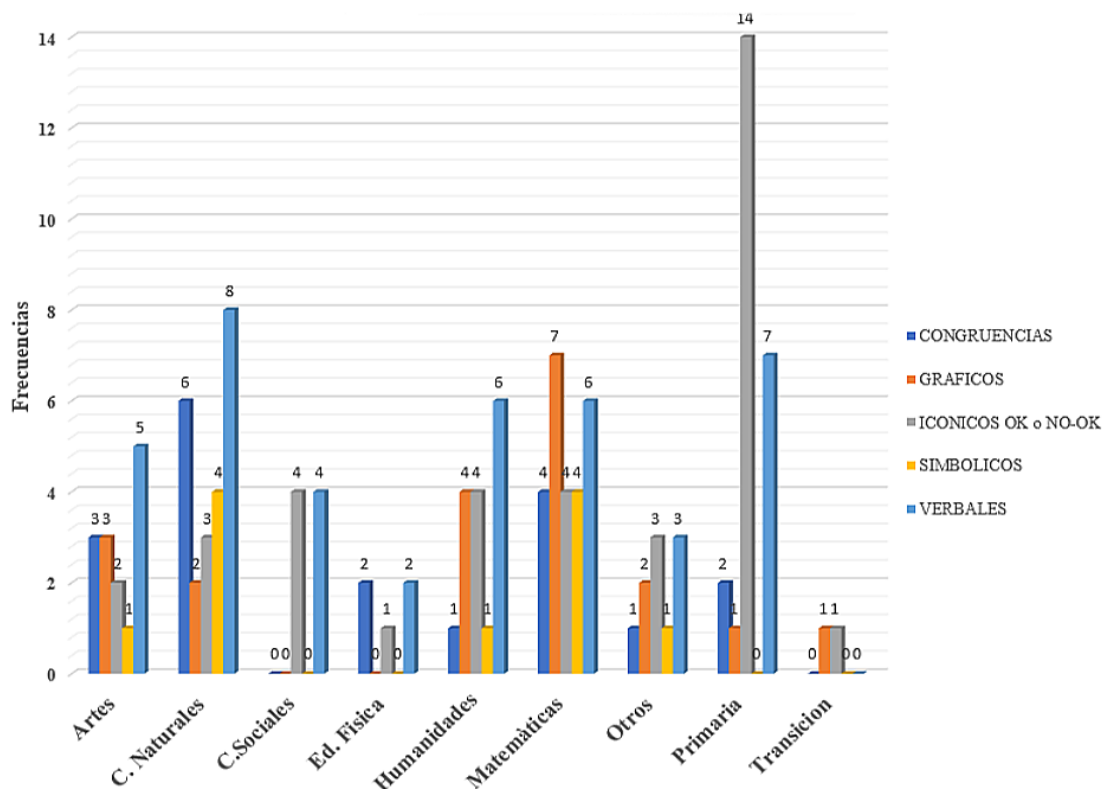


Nota. Diseño a partir de los datos de ATLAS. ti.

Según la Figura 14 y aclarando la subjetividad de este grupo dada sus características de conformación, se evidencian elementos comunes con relación al uso de esquemas del carrito de forma incorrecta (RRS [I, NO-OK]) y otras veces de manera correcta (RRS [I, OK]), también se visualiza el empleo de RRS verbales para mencionar aceleración y desplazamiento respectivamente (RRS [V, aceleración]), (RRS [V, desplazamiento]) y, además, velocidad y fuerza por medio de RRS simbólicos (RRS [S, velocidad]), (RRS [S,

fuerza]) e incluyendo exclusividad para mencionar sistemas de referencia (RRS [G, S. referencia]). Para profundizar en este análisis en la Figura 15 se ilustran los resultados generales de todo el proceso.

Figura 15
Resultados generales de todo el proceso



Nota. Diseño a partir de los resultados en ATLAS. ti

Según la Figura 15, el establecimiento de relaciones congruentes entre RRS se destaca entre los maestros de ciencias naturales, primaria, humanidades, matemáticas, artes y sociales, mientras que educación física, otros y transición, revelan bajos niveles en este aspecto. La presencia de RRS verbales se destaca entre los maestros de matemáticas, ciencias naturales y artes, mientras los icónicos correctos o incorrectos a maestros de primaria, matemáticas, humanidades y sociales; por su parte, los RRS simbólicos y gráficos se destacan, de manera particular, en maestros de matemáticas y ciencias naturales lo que marca la diferencia en el manejo del tema o dominio del conocimiento científico pertinente.

Conclusiones

El análisis de caso de los niveles de formación de maestros de la educación básica (primaria y secundaria) y media colombiana en la construcción de conocimiento desde sus argumentos y el uso de Registros de Representación Semiótica (RRS) acerca de un fenómeno físico de energía mecánica en un carrito propulsado por un globo, observado durante una actividad de taller llevada a cabo en el marco de una Asamblea Pedagógica 2024, permite concluir que la mayor parte de los maestros ubican el contexto de razonamiento del fenómeno de la energía mecánica fuera del conocimiento científico, otros se ubican en la cinemática o la dinámica newtoniana y, solo algunos de ciencias naturales ($3/57=5\%$), educación física ($1/57=2\%$) y humanidades ($1/57=2\%$) se perfilan dentro del contexto de la energía mecánica. Con relación al uso de RRS se destaca que la mayor parte de los maestros de todas las áreas utilizan por lo menos dos tipos de RRS (Duval, 2017), además, se resaltan los valores altos en el uso de RRS icónicos por parte de los maestros de primaria lo que denota la importancia del dibujo en este nivel de formación. A pesar de la presencia de distintos tipos de RRS y establecimiento de congruencias, se destacan los bajos niveles argumentativos en el contexto de razonamiento de la energía mecánica por parte de los maestros de matemáticas y ciencias naturales, lo cual denota la necesidad de fortalecer estos aspectos en maestros que pertenecen a estos campos de conocimientos (Cifuentes & Uribe, 2016).

Resulta significativo para la educación en física, encontrar que maestros de áreas distintas a ciencias naturales y matemáticas integren un sistema de referencia en su análisis del carrito mientras que los maestros que se mencionan no lo hicieron. Entre tanto, con respecto a los contextos de razonamiento y la argumentación, los resultados son similares a los que se obtuvieron con estudiantes en el aula, por lo tanto la propia enseñanza escolar realimenta las falencias, siendo menester que se fortalezcan primero las capacidades del maestro, quien a su vez es responsable de formar habilidades cognitivas en los estudiantes relacionadas con el uso de distintos lenguajes y procesos argumentativos y de razonamiento (Ruiz et al., 2015; Erduran et al., 2015).

En definitiva, las conclusiones alcanzadas vislumbran posibilidades para analizar los procesos de formación inicial de maestros en ciencias desde una perspectiva cualitativa frente al conocimiento científico en física y matemáticas caracterizado por su énfasis en aspectos cuantitativos (Cifuentes & Uribe, 2016); y, además, dar luces para la implementación de programas de formación a nivel local, gremial o nacional (FECODE, 2012; Souza et al., 2022).

Agradecimientos

A la Dra. Silvia García de Cajén, por sus valiosos aportes en la construcción de este documento.

Referencias

- Bardin, L. (1996). *Análisis de Contenido* (C. Suárez, Trad.). Editorial Akal.
- Castañares, W. (2002). Sign and representation in semiotic theories. *Estudios de Psicología*, 23(3), 339–357. <https://doi.org/10.1174/02109390276222442>
- Castiblanco, O. L. (2021). *Tipologías de experimentación para la didáctica de la física*. Edições Hipótese.
- Castiblanco, O. L., & Vizcaíno, D. F. (2024). Taking on a new meaning of physics mathematization for teaching in teacher education processes. *Physics Education U.K.* <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad422a>
- Castiblanco, O., & Nardi, R. (2023). *Didáctica de la física* (3ra ed.). Cultura Académica Editora.
- Castiblanco, O., & Vizcaino, D. (2024). Interaction in the classroom based on typologies of experiments and mathematization in physics teaching. *Revista Mexicana de Física E*, 21(2), 1–18. <https://doi.org/10.31349/revmexfise.21.020208>
- Cifuentes, M., & Uribe, C. (2016). Desarrollo de los conocimientos sobre los estudiantes durante las experiencias en el practicum: el caso de una aspirante a profesora de Física. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 39, 30.
- Creswell, J. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (4ta ed.). Pearson.
- Creswell, J. (2013). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. SAGE Publications.

- Duval, R. (2017). *Understanding the Registers of Semiotic of Thinking – The Mathematical Way Representations*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3319-56910-9>
- 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/s40594-015-00201>
- Federación Colombiana de Educadores. (2012). *Proyecto Pedagógico Alternativo PEPA*. [https://fencode.edu.co/ceid/images/documentos2017/Cartilla del Proyecto Educativo Pedagógico Alternativo \(PEPA\).pdf](https://fencode.edu.co/ceid/images/documentos2017/Cartilla del Proyecto Educativo Pedagógico Alternativo (PEPA).pdf)
- Flick, U. (2015). *El diseño de Investigación Cualitativa* (T. del Amo & C. Blanco, Trads.). Ediciones Morata. (Obra original publicada en 2007).
- García de Cajén, S., & Domínguez Castiñeras, J. M. (2020). Uso de pruebas en la argumentación de profesorado de física, cuando resuelven un problema real. *Revista Enseñanza de La Física*, 32(Extra), 143–151. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/30987>
- Gray, K. E., Wittmann, M. C., Vokos, S., & Scherr, R. E. (2019). Drawings of energy: Evidence of the Next Generation Science Standards model of energy in diagrams. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 10129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010129>
- Hubber, P., & Tytler, R. (2017). Enacting a Representation Construction Approach to Teaching and Learning Astronomy. In *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 139–161). Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_7
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Nahuel, C., Montero-Miranda, E., & Garro-Mora, A. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4–26.
- Idoyaga, I., Moya, C. N., & Lorenzo, M. G. (2017, 5-8 de septiembre). *La información en gráficos cartesianos. Procesamiento conceptual e influencia del contenido*. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Sevilla. <https://ddd.uab.cat/record/183603>
- Jewett, J. W. (2008a). Energy and the Confused Student I: Work. *The Physics Teacher*, 46(1), 38–43. <https://doi.org/10.1119/1.2823999>

- Jewett, J. W. (2008b). Energy and the Confused Student II: Systems. *The Physics Teacher*, 46(2), 81–86. <https://doi.org/10.1119/1.2834527>
- Jewett, J. W. (2008c). Energy and the Confused Student III: Language. *The Physics Teacher*, 46(3), 149–153. <https://doi.org/10.1119/1.2840978>
- Jewett, J. W. (2008d). La energía y el estudiante confundido IV: un enfoque global de la energía. *The Physics Teacher*, 46(4), 210–217. <https://doi.org/10.1119/1.2895670>
- Kohler, A., & Chabloz, B. (2017). Using Signs for Learning and Teaching Physics: From Semiotic Tools to Situations of Misunderstanding. In *Interdisciplinary Approaches to Semiotics* (pp. 185–208). INTECH. <https://www.intechopen.com/chapters/54308>
- López-Noguero, F. (2002). El Análisis de contenido como método de investigación. *XXI. Revista de Educación*, 4(4), 167–179.
- Mosquera, L. E., Londoño, G., & Idoyaga, I. J. (2021). Los registros semióticos triádicos en la comprensión de las gráficas cinemáticas. *Enseñanza de La Física*, 33(2021), 463–469. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/35588>
- Penalva, C., Alaminos, A., Francés, F., & Santacreu, O. (2015). *La investigación cualitativa: técnicas de investigación y análisis con Atlas.ti*. Ediciones PYDLOS.
- 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), 16–32. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1619/1532>
- 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>
- Scherr, R. E., Close, H. G., & McKagan, S. B. (2012). Intuitive ontologies for energy in physics. *AIP Conference Proceedings*, 1413(1), 343–346. <https://doi.org/10.1063/1.3680065>
- Souza, D. G. de, Araujo, I. S., & Veit, E. A. (2022). Cultivo de comunidades de prática na formação continuada de professores em Educação em Ciências: uma proposta. *Ciência & Educação (Bauru)*, 28, 1–17. <https://doi.org/10.1590/1516731320220033>

- Svensson, K. (2022). *Linking Programming to Representations Understanding meaning-making in physics education through semiotic resources*. Media-Tryck, Lund University, Sweden. https://lucris.lub.lu.se/ws/portalfiles/portal/117043458/Avh_Kim_Svensson_hela.pdf
- Tamayo Alzate, O. E. (2001). *Evolución conceptual desde una Perspectiva Multidimensional. Aplicación al concepto de Respiración* [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Barcelona. <https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2001/tdx-1015101-133217/oeta1de3.pdf>
- Tamayo Alzate, O. E. (2014). Pensamiento crítico dominio- específico en la didáctica de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (36), 25–46. <https://doi.org/10.17227/01203916.4686>
- Tamayo Alzate, O. E. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 37–49. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6085>
- Téllez Ruíz, H., Tuay Sigua, R. N., & Durán Camelo, V. H. (2024). Estado de la investigación sobre las prácticas pedagógicas de los docentes en contextos de inclusión educativa. *ScieloPrePrints*, 23(versión 1). <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.8914>
- Yavuz, A. (2011). On paradigms in physics and physics education. *Science Education Department, Nigde University, Nigde, Turkey*. https://www.researchgate.net/profile/Ahmet-Yavuz-11/publication/267961052_ON_PARADIGMS_IN_PHYSICS_AND_PHYSICS_EDUCATION/links/566b1f7a08ae1a797e39c7a8/ON-PARADIGMS-IN-PHYSICS-AND-PHYSICS-EDUCATION.pdf