



Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales

Programa Uruguay

Maestría en Educación, Sociedad y Política

Promoción: 2016 - 2018

Estrategias de enseñanza para la conversión de representaciones semióticas en  
ciencias físico-químicas

**Tesis para obtener el grado de Maestría en Educación, Sociedad y Política**

**Presenta:**

Laura Raquel Silva Casterá

Directora: Dra. Jeisil Aguilar Santos

**Montevideo, 30 de julio de 2018**

## **Dedicatoria**

A mi esposo y mis hijos, motores y sostenes de todo proyecto emprendido.

## **Agradecimientos**

Mis más sinceras y eternas gracias a:

Las docentes que participaron con total generosidad y profesionalismo compartiendo sus producciones y saberes en diálogos francos.

FLACSO Uruguay por la generosa apertura de puertas a caminos de profesionalización docente.

CFE por la búsqueda y logro de acuerdos que permiten el crecimiento de los colectivos docentes.

Al Director del CERP del Litoral Prof. Víctor Pizzichillo por promover y respetar tiempos necesarios para el desarrollo profesional.

A la Dra. Jeisil Aguilar, por el profesionalismo, dedicación, respeto e invaluable paciencia al momento de acompañar y dirigir el proceso de todo el trabajo.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos .....	iii
Índice de Tablas .....	vi
Índice de Ilustraciones .....	vii
Resumen.....	viii
Summary .....	ix
Introducción .....	10
Capítulo 1: Marco Teórico.....	15
1.1 La planificación de la enseñanza.....	15
1.1.1. Las estrategias de enseñanza. ....	16
1.1.2. Las actividades de enseñanza. ....	19
1.2 El lenguaje científico en la enseñanza.....	21
1.3 Representaciones semióticas y su conversión .....	22
1.2.1. Características de las representaciones semióticas. ....	23
1.2.2. Tipología de las representaciones externas. ....	24
1.2.3. Características identitarias de las representaciones semióticas. ....	25
1.2.4. Construcción mental de las representaciones semióticas. ....	25
1.2.5. Representaciones semióticas identificadas como básicas en el tema densidad y conversiones posibles entre ellas. ....	28
1.2.6. La enseñanza de representaciones semióticas. ....	33
Capítulo 2: Marco metodológico .....	37
2.1 Paradigma metodológico.....	37
2.2 Población y unidad de análisis .....	38
2.3 Muestra.....	38
2.4 Métodos o técnicas de recolección de datos.....	39
2.5 Fases del trabajo a desarrollar .....	41
2.5.1. Recolección de datos. ....	41
2.5.2. Análisis de datos. ....	42
2.5.3. Codificación de datos. ....	43
2.5.4. Triangulación.....	45
Capítulo 3: Análisis.....	47
3.1 Análisis de resultados.....	47
3.1.1. El programa vigente de curso. ....	48
3.1.2. Las planificaciones de las docentes. ....	49
3.1.3. Las entrevistas a docentes.....	67
3.2 Principales tendencias .....	73
3.2.1. Representaciones semióticas seleccionadas para la enseñanza y vinculaciones entre ellas.....	73
3.2.2. Planificación de enseñanza de conversiones de representaciones.....	76

3.2.3. Actividades de enseñanza planificadas para promover el abordaje de diferentes representaciones semióticas y conversión entre ellas.....	78
3.2.4. Estrategias de enseñanza. ....	82
Conclusiones.....	84
Proyecciones.....	90
Referencias bibliográficas.....	92
Anexos.....	96
Anexo 1. Pauta para Entrevistas.....	96
Anexo 2. Tablas de análisis de datos.....	98
Anexo 3. Ilustraciones correspondientes a redes de análisis de datos. ....	103

### Índice de Tablas

Tabla 1: Clasificación de representaciones semióticas vinculadas a la enseñanza de la densidad .....	30
Tabla 2: Conversiones entre representaciones semióticas asociadas a densidad y la congruencia o incongruencia implicada.....	33
Tabla 3: Categorización y codificación .....	45
Tabla 4: Detalle de documentos analizados y citas de análisis asociadas a ellos. ....	47
Tabla 5 Conversiones de representaciones semióticas en planificaciones de aula .....	98
Tabla 6 Conversiones de representaciones semióticas declaradas por los docentes .....	100
Tabla 7 Actividades de enseñanza planificadas para enseñanza de conversión de representaciones semióticas .....	102

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Análisis de planificaciones de clases de la docente 1 .....	56
Ilustración 2: Análisis de planificaciones de clases de docente 2.....	61
Ilustración 3: Análisis de planificaciones de clases de docente 3.....	67
Ilustración 4: tendencias generales de selección de las representaciones semióticas como contenidos por clase.....	74
Ilustración 5: Conversiones entre representaciones semióticas explicitadas como contenidos de enseñanza .....	77
Ilustración 6: Actividades de enseñanza para la conversión de representaciones. ....	80
Ilustración 7: Red de análisis 1. Representaciones semióticas seleccionadas como contenidos de enseñanza. ....	103
Ilustración 8: Red de análisis 2. Conversiones entre representaciones semióticas.....	104
Ilustración 9: Red de análisis 3. Representaciones semióticas, conversiones y actividades de enseñanza. ....	105
Ilustración 10: Congruencia en la conversión de Tabla de datos a gráfico cartesiano .....	106
Ilustración 11. Congruencia en conversión Gráfico cartesiano a enunciado oracional .....	107
Ilustración 12. Congruencia en conversión de enunciado oracional a enunciado algebraico. ....	108
Ilustración 13: Red de análisis que evidencia la construcción de marco interpretativo común. ....	109
Ilustración 14: Red de análisis que evidencia la continuidad del marco interpretativo común .....	110
Ilustración 15: Red de análisis que evidencia la conversión de representaciones como herramienta para resolver problemas. ....	111

## Resumen

Dentro del conjunto de herramientas con las cuentan quienes aprenden y enseñan se encuentran los sistemas de representación externos o representaciones semióticas. Los docentes de química enseñan desde y mediante la utilización de dichos sistemas, los cuales constituyen contenidos a enseñar y a ser aprendidos. El trabajo en clases de química con ellos, implica, más allá de su construcción y comprensión, la conversión de unos en otros. El presente trabajo presentó como objetivo general: Analizar las estrategias que planifican docentes de química para la enseñanza de la conversión de representaciones semióticas en el tema densidad, del curso de 1° año de Ciencias Físicas de del Consejo de Educación Técnico Profesional. El estudio se realizó desde un enfoque cualitativo, con alcance exploratorio-descriptivo. Se efectuó análisis documental y entrevistas, lográndose identificar y describir un conjunto de estrategias de enseñanza del mencionado proceso de conversión. Algunas de esas estrategias coincidieron con las planteadas por autores de la teoría de la didáctica, otras emergieron como específicas del tema.

Palabras clave: estrategias de enseñanza, representaciones semióticas, conversión.

## Summary

Within the tools those who learn and teach have, we find the systems of external representation or semiotic representations. Chemistry teachers teach from and by means of the use of those systems which constitute contents to be taught and to be learned. Working in class with them implies, beyond their construction and comprehension, the transformation of one in others. The general objective of this study is: To analyze the strategies that Chemistry teachers plan to teach the conversion of semiotic representations while presenting the topic density in the first year of Physics at Vocational Schools (Consejo de Educación Técnico Profesional). The study has a qualitative methodology, combining an exploratory and a descriptive approach. Data came from document analysis and interviews. It was possible to identify and describe a set of teaching strategies of the above mentioned process of transformation. Some of these strategies coincided with the ones suggested in the methodology literature; others emerged as specific of this topic.

Key words: teaching strategies, semiotic representation, transformation.

## Introducción

El presente trabajo toma como tema a las estrategias de enseñanza para la conversión entre representaciones semióticas, reconociendo a las mismas como parte constituyente del lenguaje científico dado que cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo externo a un sujeto constituyen una representación semiótica. Las tablas de datos, los gráficos cartesianos, los enunciados oracionales y los algebraicos son representaciones semióticas que especialmente en las clases de química se utilizan y convierten como parte del lenguaje científico.

El tema mencionado adquiere relevancia desde diferentes enfoques: la enseñanza del lenguaje científico en el marco de una enseñanza basada en derechos, los vínculos entre lenguaje, enseñanza y aprendizaje, las representaciones semióticas como contenidos de enseñanza y la enseñanza de conversión entre representaciones semióticas en la enseñanza de la química en educación media de Uruguay.

En el año 1999 la UNESCO declaró la necesidad de fomentar y difundir la alfabetización científica de todas las culturas en todos los sectores de la sociedad. Tras esa idea está la concepción de que la cultura científica es un derecho a promover, que no se limite a las mujeres y hombres que no integran comunidades académicas a una contemplación externa del conocimiento científico. Tal como señalan Gil Pérez y Vilches (2006) buena parte de la historia de la ciencia ha sido contribuir a la extensión de los Derechos Humanos, teniendo como objetivo universalizar las producciones culturales valiosas de la humanidad. Ese debe ser uno de los principales roles de la educación científica, superando planteos elitistas, y ha de constituirse como un compromiso básico y fundamental de la educación de la ciudadanía y para ello enseñar el lenguaje de expresión de las ciencias resulta fundamental.

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias se basan especialmente en el proceso de comunicación entre docentes y estudiantes. Es en las clases de ciencias donde la mayoría de las personas aprende el lenguaje de las ciencias y es precisamente ese lenguaje el que permite abordar y comprender aportes científicos y expresar necesidades desde de la acción ciudadana. Por ello es importante que se reconozca a nivel educativo que entre enseñante y aprendiz ha de existir una interacción de carácter sistemático y contingente, de manera que las técnicas que el primero domine y que previamente idee pueda enseñarlas al segundo (Bruner, 2001). Por ello, quien enseña ha de tener presente que el lenguaje debe ser objeto de

enseñanza. Sumado a ese reconocimiento es necesario también recordar que tal como expresa Caamaño (2014) toda ciencia elabora un lenguaje artificial que le pertenece y surge como contraposición al natural. Ese lenguaje artificial se construye en base a diferentes códigos representacionales, y esas representaciones semióticas deben considerarse como contenidos a ser atendidos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, Martí y Pozo (2000)

Al reconocer la importancia de la enseñanza del lenguaje científico resulta de especial interés atender las representaciones en las cuales ese lenguaje se expresa. Los sistemas de representación externos o representaciones semióticas presentan características que pueden posibilitar u obstaculizar el aprendizaje. El interés en el tema de investigación radica en que:

- Los estudios de la química sobre los fenómenos son expresados mediante códigos representacionales específicos.
- Muchos de los códigos empleados en el lenguaje científico son de naturaleza semiótica dado que permiten a las personas acceder al objeto o fenómeno que representan y pueden convertirse en otro registro.
- Tanto la enseñanza como el aprendizaje del conocimiento científico son procesos que requieren de las representaciones mediante las cuales dicho conocimiento se expresa.
- Es necesario que en la educación en ciencias se enfatice tanto en los procesos implicados en la construcción de las representaciones semióticas como en aquellos que permiten su conversión.

Actualmente la enseñanza de la química en la educación media de Uruguay se inicia en el ciclo básico. Tiene como antecedente en los dos primeros años del mencionado ciclo a la asignatura Ciencias Físicas, para luego explicitarse como asignatura “Química” en el tercer año. En todos ellos los programas vigentes apuntan a procesos de enseñanza y de aprendizaje del lenguaje disciplinar, especialmente del tratamiento de distintas representaciones semióticas y su conversión. El profesorado de química enseña mediante la utilización de dichas representaciones, las cuales también constituyen contenidos a enseñar y a aprender. La enseñanza de estos procesos conforma un eje transversal en la enseñanza de la química en nivel medio, especialmente en ciclo básico. Por lo antes señalado, acotar el tema disciplinar específico para realizar el estudio que se pretende resulta indispensable. Dada la importancia

que reviste el lenguaje científico para una ciencia como la química y especialmente la enseñanza de los procesos de conversión entre sistemas semióticos unidos a constructos teóricos como las propiedades de las sustancias y dentro de ellas la densidad, el tema de interés incluye a ambos puntos.

En síntesis, dirigir el estudio hacia la enseñanza de representaciones semióticas en la enseñanza media, en un campo de disciplina científica, resulta un campo de investigación muy significativo. Esta importancia no sólo se distingue en la enseñanza media y en la de formación de docentes, sino también para todo ámbito con interés asociado a la formación de ciudadanía con pensamiento crítico que sea partícipe de la vivencia de la ciencia como producción humana para la humanidad.

Teniendo en cuenta lo expresado en párrafos anteriores, el presente trabajo se enfoca en dar respuesta a ¿cómo planifican enseñar los docentes de química la conversión de representaciones semióticas en la educación media básica de Uruguay? Para ello se establece como objetivo general:

- Analizar las estrategias que planifican docentes de química para la enseñanza de la conversión de representaciones semióticas en el tema densidad, del curso de 1° año de Ciencias Físicas de del Consejo de Educación Técnico Profesional.

Como objetivos específicos se establecen:

1. Identificar representaciones semióticas que seleccionan docentes de química en la enseñanza del tema densidad en primer año de ciclo básico.
2. Describir actividades de enseñanza planificadas por docentes de química para promover la conversión entre representaciones semióticas en el tema densidad en primer año de ciclo básico.
3. Establecer la relación entre actividades planificadas por docentes de química para la enseñanza de conversión de representaciones semióticas con las estrategias de enseñanza brindadas por la didáctica de las ciencias experimentales.

Con el fin de poder alcanzar los objetivos propuestos se plantean las siguientes preguntas para orientar la búsqueda:

¿Qué representaciones semióticas son planificadas para la enseñanza del tema densidad en primer año de ciclo básico de los cursos de ciencias físicas del Consejo de Educación Técnico Profesional?

¿Cómo son vinculadas las representaciones semióticas entre sí en las planificaciones por los y las docentes a cargo en: a- la selección de contenidos y b- la secuenciación de contenidos?

¿Qué actividades de enseñanza son planificadas para promover la interconversión de representaciones semióticas?

¿Qué relación existe entre las estrategias de enseñanza aportadas desde la teoría de la didáctica de las ciencias naturales y las actividades de enseñanza planificadas la promoción de la interconversión de representaciones semióticas?

El alcance del presente trabajo se constituye como exploratorio-descriptivo basado en un enfoque cualitativo. Se realizó una investigación transversal, no experimental, que utilizó datos primarios.

El trabajo desarrollado desde una muestra por oportunidad se debe a la pretensión de realizar el estudio con docentes química de la asignatura ciencias físicas en primer año de ciclo básico de enseñanza técnico profesional del departamento de Salto. Por ello el campo empírico se constituyó por los cursos de primer año de Educación Media de Consejo de Educación Técnico Profesional, y la unidad de análisis fundamental seleccionada fueron las estrategias de enseñanza para la conversión de representaciones semióticas en el tema densidad en los cursos del nivel mencionado.

La población objetivo de la investigación se constituye por tres docentes de química que son quienes tienen a su cargo los mencionados cursos en la única escuela técnica de la ciudad de Salto. Es fundamental aclarar que el número de docentes que se seleccionó no se considera como representativo del universo de docentes de química del Uruguay. Esto implica que no se pretendió arribar a significaciones conceptuales de carácter universal.

La selección de los instrumentos para la recolección de datos se implementa siguiendo la línea de Hernández, Fernández y Baptista (2010) quienes sostienen que los

métodos o técnicas de recolección de datos pueden variar durante el transcurso de la investigación.

Los datos se recolectaron con el objetivo de analizarlos y comprenderlos para así dar respuesta a las preguntas de investigación. La información se coleccionó con la meta de realizar triangulación entre los datos recopilados a partir de documentos normativos vigentes (plan y programa de curso), documentos producidos por los docentes de la muestra y entrevistas a dichos docentes.

La información que prosigue se organiza en capítulos y secciones según:

Capítulo 1. En él se expone una selección crítica de los marcos teóricos necesarios para la comprensión de las dimensiones y categorías conceptuales vinculadas al tema y al problema de investigación y que guían el análisis de datos y se retoman al momento de elaborar conclusiones. Al mismo tiempo se presenta la revisión del estado del arte que se realizó vinculada al tema.

Capítulo 2: Este apartado aborda la descripción y justificación detallada de la metodología seleccionada para dar respuesta a las preguntas de investigación y así alcanzar los objetivos propuestos. Incluye información acerca de la unidad de análisis y la selección de la muestra, justifica la elección de la metodología optada y explicita la operacionalización de variables y códigos empleados en el análisis. También fundamenta y detalla la selección de técnicas de recolección de datos y de análisis de los mismos.

Capítulo 3: En este capítulo se presenta el análisis del problema teniendo en cuenta los marcos teóricos seleccionados, las fuentes consultadas y las herramientas metodológicas por las que se optó atendiendo permanentemente los objetivos de la investigación.

Conclusiones: En esta sección se explicitan las conclusiones construidas como producto del análisis, objetivos de la investigación y las categorías conceptuales y de análisis.

Proyecciones: En esta sección se proponen algunas proyecciones de trabajos que se abren a partir de la investigación realizada.

El presente documento culmina con lista de referencias bibliográficas y apartado de anexos que complementan todo lo anteriormente detallado.

## Capítulo 1: Marco Teórico

El presente capítulo aborda los referentes teóricos que se relacionan a la investigación realizada. Los mismos se obtuvieron de la revisión bibliográfica y se vinculan a las principales teorías, autores y autoras relacionadas con la Didáctica de las Ciencias Experimentales, la Didáctica de la Química, el lenguaje científico y su enseñanza atendiendo especialmente dentro de dicho lenguaje a las representaciones semióticas. Dado que la presente investigación refiere a la planificación de la enseñanza para la conversión de representaciones semióticas, con foco en los cursos de ciencias físicas de primer año de enseñanza media básica se desarrollarán a continuación aspectos vinculados a dicho tema.

### 1.1 La planificación de la enseñanza

La enseñanza es entendida como proceso mediante el cual se proporciona a quien aprende situaciones y elementos que promueven y facilitan la construcción de significados a partir de experiencias concretas. Dicho proceso involucra diferentes etapas siendo una de ellas la planificación y su conceptualización puede asociarse a varias definiciones. En el presente trabajo se entiende por planificación de la enseñanza al conjunto de actividades y acciones que resultan de la reflexión docente con el propósito de promover aprendizajes vinculados a contenidos determinados que permiten alcanzar metas y objetivos pre-establecidos en un contexto conocido, (Ander-Egg, 2013).

La planificación que realiza el cuerpo docente puede presentarse en diferentes niveles: anual, por unidad didáctica, semanal, diaria, entre otras. El criterio de clasificación de los mencionados niveles se basa en período de tiempo al que apunta el empleo de esa planificación. En Uruguay todos esos niveles han de vincularse al plan y programa de estudio pre establecido por la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP).

Se entiende que toda planificación reviste las características dadas por Ander- Egg (2013):

- Es procesual, dado que es continua e implica un reajuste permanente entre medios, actividades y fines.
- Es preparatoria de la acción en el aula. La preparación y la ejecución de un plan son procesos íntimamente relacionados pero distintos.

- Se dirige concretamente a la acción, tiene un carácter eminentemente práctico.
- Concierne a un futuro y por lo tanto se expresa operativamente.
- Se dirige al logro de objetivos definidos.

#### 1.1.1. Las estrategias de enseñanza.

Planificar el proceso de enseñanza no consiste en un automatismo sino que involucra la reflexión que conjuga saberes provenientes de marcos teóricos y experienciales del propio docente. En dicho proceso surgen variados interrogantes pero puede considerarse que uno de los principales se corresponde con el qué enseñar. Esta primera pregunta se relaciona a la necesidad de seleccionar qué competencias o contenidos son considerados valiosos para que, mediante ellos, los y las estudiantes alcancen las metas educativas establecidas en planes y programas.

Siguiendo a la pregunta anterior surge otra más compleja: ¿cómo enseñar lo seleccionado? dando paso así a la elaboración de estrategias de enseñanza. La presente investigación se desarrolló desde la concepción de estrategias de enseñanza aportada por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010) entendiendo que las mismas son: “procedimientos que el agente de enseñanza utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos” (p.118). Llevando dicho concepto al campo educativo (Davini, 2015) puede reconocerse la existencia de una diferencia sustancial en lo que un alumno puede realizar en solitario frente a una tarea y lo que puede lograr con la ayuda de otro. Si ese otro es el docente se habla de mediación pedagógica entre el que aprende y el conocimiento a ser aprendido. Es en este punto, en esta concepción del proceso de enseñanza vinculado al de mediación pedagógica, que las estrategias de enseñanza cobran gran importancia y esta importancia es sostenida por Camilloni (1998) al expresar que:

(...) es indispensable, para el docente, poner atención no sólo en los temas que han de integrar los programas y que deben ser tratados en clase sino también y, simultáneamente, en la manera en que se puede considerar más conveniente que dichos temas sean trabajados por los alumnos. La relación entre temas y forma de abordarlos es tan fuerte que se puede sostener que ambos, temas y estrategias de tratamiento didáctico, son inescindibles. (p. 186)

Relacionado a esta concepción, Anijovich y Mora (2010) sostienen que puede considerarse que la elección de una estrategia de enseñanza que realiza un docente tiene incidencia en los contenidos que enseña, el trabajo intelectual de los alumnos, los hábitos de trabajo, y el modo en que se comprenden los contenidos culturales, sociales, científicos e

históricos entre otros. Por esto es que las mencionadas autoras sostienen que las estrategias de enseñanza presentan dos dimensiones: la reflexiva y la de la acción.

La dimensión reflexiva está constituida por el proceso reflexivo de quien enseña y que implica el análisis de los contenidos, la consideración del contexto donde desarrollará la enseñanza y la definición de alternativas y de actividades para los diferentes casos que se vean implicados en la intervención didáctica. La dimensión de la acción implica la ejecución de las decisiones que se tomaron en la dimensión reflexiva. Ambas dimensiones se presentan a su vez en tres momentos: planificación, implementación de lo planificado y en tercer lugar la reflexión y evaluación de la implementación realizada.

Según Sevillano (2009) y Galiano (2014) existe un amplio espectro de estrategias de enseñanza debido a que las mismas dependen de las necesidades y del tipo de enfoque que cada docente considere para desarrollar su proceso de enseñanza. Dicha variedad hace que existan distintos criterios para su categorización. Uno de los criterios más generales para clasificar a las estrategias de enseñanza es el brindado por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010) quienes basándose en el momento de uso y presentación de la estrategia de enseñanza las clasifican en:

- Estrategias pre instruccionales. Son aquellas que se planifican para preparar y alertar al estudiante acerca del contenido que aprenderá y cómo podrá hacerlo desde la activación de conocimientos previos permitiéndole situarse en un contexto de aprendizaje que potencie la significación conceptual.
- Estrategias coinstruccionales. Estas estrategias sostienen a los contenidos de enseñanza y promueven la jerarquización de la información, la conceptualización, y permiten sostener la atención y la motivación.
- Estrategias pos instruccionales. Se presentan después de que se ha teorizado el contenido a enseñar y permiten que el estudiante sintetice e integre los contenidos trabajados.

En relación específica con la enseñanza del lenguaje científico y de representaciones semióticas Onrubia (1999) propone estrategias de enseñanza para promover el desarrollo de aprendizajes significativos. De dicha propuesta se consideran importantes para el tema de estudio los siguientes:

- Construir un marco interpretativo común entre docente y estudiantes, generando un contexto intermental que resulte de construir comprensiones colectivas sobre los contenidos.

- Vincular constantemente y en forma explícita las relaciones entre conocimientos pre construidos y los nuevos. Para ello el docente toma como punto de partida lo que los alumnos ya saben y posteriormente comenzará a presentar nuevas informaciones pero buscando siempre establecer vínculos entre lo nuevo y lo ya conocido.

- Promover la reconceptualización y la recontextualización de la experiencia pedagógica. Esta acción implica que los conceptos que se abordan son expresados en diferentes ocasiones mediante expresiones semánticas diferentes, sean en el mismo código o no, y al mismo tiempo son aplicados a situaciones diferentes a medida que se suceden las intervenciones didácticas.

Complementando a lo anterior, Caicedo, Valverde y Estupiñán (2017), consideran que el docente debe estimular la utilización de diversas representaciones promoviendo la resolución de problemas mediante la discusión entre los actores del aula. A estos aportes se suman los realizados por Quílez-Pardo (2016) desde el planteamiento de estrategias específicas para la enseñanza del lenguaje científico en química, y por ende de las representaciones semióticas presentes en dicho lenguaje. A continuación se explicitan algunas de dichas estrategias que guardan relación con el presente trabajo:

- Emplear al inicio del proceso de enseñanza un vocabulario sencillo que permita que se familiaricen y comprendan los nuevos conceptos científicos (significados) para luego introducir los nombres de esos nuevos conceptos (significantes) y promover su utilización variando las formas de representarlos y los contextos de aplicación.

- Poner de manifiesto la nueva representación semiótica de forma reiterada y en diferentes situaciones a través de distintas actividades. La nueva representación que se construya debería jerarquizarse y hacer explícita dicha jerarquización para quienes aprenden al aplicarla a distintas situaciones o estudios de fenómenos vinculados.

- Fomentar la escritura desde la construcción total o parcial (completar) de cuadros de datos, enunciados oracionales, otros. Esto implica que no sólo se presente al

alumnado la nueva representación y se la vincule a nuevas situaciones, sino que en esas instancias se promueva la escritura de la misma por parte de los y las estudiantes.

Además de tomar en cuenta los aportes antes mencionados respecto a estrategias de enseñanza para el lenguaje científico y dentro de él las representaciones semióticas, en la investigación realizada se considera que diseñar una estrategia de enseñanza se vincula estrechamente con el diseño de actividades de enseñanza, también llamadas actividades didácticas, y la secuenciación de las mismas. En el proceso planificado por quien enseña, el conjunto de actividades diseñadas y secuenciadas constituyen, en gran parte, la estrategia de enseñanza. Por ello, para reconocer y analizar estrategias de enseñanza planificadas se centró la mirada especialmente en uno de los componentes de la planificación docente: las actividades de enseñanza.

#### 1.1.2. Las actividades de enseñanza.

En esta línea se adhiere al planteo de Sanmartí (2010) en cuanto a que “las actividades de enseñanza son acciones planificadas por el profesorado que tienen como finalidad promover el aprendizaje de los alumnos y las alumnas en relación con determinados contenidos” (p. 174). Según la misma autora las actividades de enseñanza pueden agruparse en:

- Actividades de iniciación o de planteo de problemas. Estas actividades favorecen el que los estudiantes comiencen a percibir los objetivos de aprendizaje y que tomen conciencia de sus propias ideas respecto a un objeto de estudio. Son concretas y permiten que las ideas se expresen oralmente, por escrito y/o a través de dibujos. Utilizando estas actividades emergen y se comunican diferentes puntos de vista.

- Actividades que promueven la introducción de nuevas variables o nuevos puntos de vista. Ellas apuntan a promover en el estudiante ideas que permitan explicar la situación inicial y que a su vez sean coherentes con modelos científicos, en otras palabras, promueven la creación de modelos de ciencia escolar con capacidad explicativa y predictiva.

- Actividades de síntesis o de estructuración del conocimiento. Cuando estas se plantean se intenta que los estudiantes tomen conciencia del modelo construido y de cómo puede expresarse al mismo de la forma más abstracta posible. Sanmartí (2010) expresa que es común que durante estas actividades se promueva el registro en códigos diversos como enunciados oracionales, mapas conceptuales, esquemas, dibujos, etc.

- Actividades de aplicación o generalización. Mediante estas actividades se promueve la apropiación del modelo construido, favoreciendo que el alumno establezca relaciones entre situaciones analizadas en el inicio con otras diferentes, concretas pero con mayor complejidad.

Dentro de cada tipo de actividad antes señalado, Sanmartí (2010) propone otra clasificación de actividades teniendo en cuenta la orientación que da el docente en el proceso de construcción del conocimiento. Cada actividad presenta características y procedimientos vinculados a los distintos modelos didácticos empleados por los docentes. La mencionada clasificación establece:

- Actividades y recursos orientados a percibir los hechos en forma directa y construirlos. En este grupo se ubican los trabajos de laboratorio y salidas de campo.

- Actividades y recursos orientados a percibir los hechos en forma indirecta y construirlos. La observación de fotografías, carteles, lectura de textos, son algunos ejemplos de ellas.

- Actividades orientadas a la construcción del conocimiento en forma materializada. Aquí se incluye la construcción de maquetas, carteles, juegos de simulación, otros.

- Actividades orientadas a construir el conocimiento interactuando con otras personas y fuentes de información. Entre ellas se ubican las exposiciones magistrales, y la explicación de profesores y de alumnos, la discusión, otras.

- Actividades orientadas a la construcción del conocimiento reflexionando individualmente. La resolución individual de ejercicios y problemas, la respuesta a cuestionarios, etc. son algunos ejemplos de esta categoría.

Ambos agrupamientos de actividades lejos de oponerse entre sí, se complementan. Los procesos de aprendizaje que cada individuo realiza no pueden ser prefijados, es decir que no existe una actividad de enseñanza determinada que asegure el aprendizaje. Por ello la utilización de actividades de enseñanza diversas genera mayores oportunidades para quienes aprenden.

Retomando las interrogantes antes mencionadas respecto a qué y cómo enseñar, las actividades de enseñanza se vinculan especialmente a ambos uniendo así los contenidos de enseñanza con las estrategias. Existen contenidos de enseñanza que se consideran transversales a los distintos temas específicos que se establecen en los programas de la Educación Media para la enseñanza de Química y uno de ellos es el lenguaje científico propio de esta ciencia y comprendidas en dicho lenguaje se encuentran las representaciones semióticas.

## **1.2 El lenguaje científico en la enseñanza**

El hombre presenta la capacidad de crear y usar tecnologías y herramientas que le permiten desarrollar al máximo sus capacidades. El lenguaje para Bruner (2001), es una tecnología poderosa, que permite al hombre no solamente comunicarse sino también codificar, representar y transformar la realidad.

Si se piensa al lenguaje como sistema de representación, es decir, se lo considera como el sistema simbólico de representación, se está transfiriendo la experiencia al lenguaje. Esto es considerar al lenguaje como instrumento del pensamiento, el cual habilita a la manipulación de objetos o fenómenos que no están presentes y como también permite generar soluciones a problemas mentales (no necesariamente existentes en el hecho).

El lenguaje incluye distintas técnicas simbólicas: lenguaje natural y lenguaje artificial o científico que comprende números y lógica. Además de ello, el lenguaje se destaca por su carácter simbólico arbitrario. Eso significa que puede o no haber relación análoga entre el símbolo y el objeto o el fenómeno que representa, y que sin embargo, mediante una gramática determinada, es posible elaborar representaciones o cambiarlas y conseguir dar sentido más exacto de la realidad que utilizando imágenes o actos determinados.

El lenguaje facilita el proceso de enseñanza. Esto no ocurre por la mera razón de que facilite el intercambio, sino porque quien se encuentra en situación de aprendizaje puede ordenar el medio en el que habita utilizando al lenguaje como instrumento. Para Bruner (2001), entre enseñantes y aprendices debe darse una interacción de carácter sistemático y contingente, de tal forma que las técnicas que los y las docentes dominen y que previamente ideen puedan enseñarlas a quienes aprenden.

### 1.3 Representaciones semióticas y su conversión

Para comprender el problema de investigación planteado es necesario abordar el concepto de representación semiótica. Cuando generalmente se hace referencia a una representación es posible asumir que ella es una construcción elaborada con el fin de permitir a quien la utilice operar mentalmente con propiedades de un determinado objeto o fenómeno.

Se considera que cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que significan algo del mundo externo a un sujeto o de su mundo interno constituyen una representación, (Martí y Pozo, 2000). Esta concepción ya establece categorías: representaciones internas y externas.

Las representaciones internas existen en la mente de las personas y no pueden apreciarse públicamente y a su vez, según Duval (1999) algunas pueden ser conscientes y otras no conscientes. A diferencia de ellas, las representaciones externas tienen la característica de ser observables e interpretadas por más de una persona y permiten a cada individuo operar con un objeto o fenómeno que no se encuentre presente mediante la percepción de grupos de signos como pueden ser puntos, líneas, sonidos, que a su vez tengan valor de significantes tal como expresiones lingüísticas, simbólicas, etc. La relación entre representaciones internas y externas radica en que el desarrollo de representaciones internas o mentales requiere de la comprensión, asimilación e interiorización de diferentes representaciones externas.

Duval (1999) establece una subclasificación de representaciones externas, dividiéndolas en analógicas y no analógicas. Las primeras son aquellas que presentar relaciones de alta proximidad con el objeto o fenómeno, siendo ejemplos de ello una fotografía o un dibujo. Las representaciones no analógicas por el contrario carecen de relaciones directamente incluidas en el objeto o fenómeno que representan.

En ámbitos de educación formal son muy utilizadas representaciones externas como los mapas, los gráficos, las ecuaciones, entre otras. Ellas son producidas con la finalidad de comunicarse una persona con otra y a estas representaciones externas, junto a otras que cumplen con las mismas características se les denomina representaciones semióticas. Según García y Perales (2006) esas representaciones surgen cuando existen grupos de signos que se organizan según reglas determinadas. La escritura en código alfabético del lenguaje natural y del lenguaje científico, las representaciones gráficas diversas (gráficos cartesianos, esquemas,

diagramas de flujo, dibujos modelizados, los signos y símbolos que se utilizan desde el lenguaje formal matemático, ecuaciones químicas, etc.), son algunos de los mencionados sistemas. En el presente trabajo se consideraron especialmente las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracionales en código alfabético.

#### 1.2.1. Características de las representaciones semióticas.

Según Martí y Pozo (2000) y Perales (2006), en las representaciones externas pueden reconocerse características generales comunes y que existen a pesar de las diferencias que entre una representación externa y otra puedan darse. Pueden reconocerse en las diferentes representaciones semióticas las siguientes características:

- Independencia respecto a su creador. Esta característica implica que una representación semiótica externa exista sin la necesidad de la presencia del sujeto que la creó. Debido a esta característica el lenguaje oral, o los gestos que se utilicen en el habla no constituyen representaciones semióticas.

- Constituyen sistemas organizados. Una representación externa (mapa, gráfico, lenguaje escrito, etc.) es un sistema organizado de elementos con una estructura bien definida y caracterizable.

- Permanencia. Toda representación externa es sostenida mediante soporte material (independientes de la memoria del sujeto). Es por esta razón que pueden hacerse públicas, utilizarlas en diferentes lugares hasta incluso modificarlas a voluntad de quienes las utilicen. El soporte material de estas representaciones puede variar desde el papel hasta un archivo electrónico siendo esta la característica que más las diferencia de las representaciones internas o mentales.

- Su uso se vincula al logro de objetivos sociales o cognitivos. Las representaciones semióticas son utilizadas con varios propósitos, tal como la explicación de un hecho, la resolución de un problema o la transformación de información con el fin de facilitar la comunicación entre las personas. Su importancia también radica en que al ser externos y poseer un soporte material permiten el almacenamiento de la información.

- Presentan organización espacial que las define. Representar un mapa o un gráfico cartesiano o una ecuación química implica distintos usos del espacio con características bien

definidas. Cada representación semiótica se expresa en un sistema de notación determinado definido por cómo se expresa en el espacio gráfico según sus características de dimensiones, linealidad, continuidad, entre otras.

- Tienen naturaleza doble. Un sistema de representación externa es modelo representativo y objeto a la vez. Es decir, representa a otro objeto o a un fenómeno y a la vez es en sí mismo un objeto que se vuelve capaz de ser estudiado. Un gráfico cartesiano representa relaciones entre dos variables que afectan o pertenecen a un mismo fenómeno, y por representar algo diferente a sí misma es una representación. Sin embargo pueden constituirse en objetos de estudio que permiten ampliar el que los originó.

- Se relacionan con otros sistemas de representación externa pudiendo influirse entre sí. Lo que un individuo conozca de un sistema de representación externa es muy factible que incida en cómo interpreta y comprende a otro. Esta característica puede evidenciarse a modo de ejemplo en estudiantes que no presentan dificultades en el dominio de escalas numéricas y comprenden con mayor facilidad las escalas musicales. Ambos sistemas semióticos, el numérico y el musical, tienen características semejantes que inciden unas en otras.

### 1.2.2. Tipología de las representaciones externas.

Si bien como todo sistema de clasificación esta tipología es arbitraria y los criterios al variar pueden conducir a clases diferentes, Martí y Pozo (2000), establecen para estas representaciones dos grandes grupos: las representaciones externas no permanentes y las permanentes. Las primeras son aquellas que la percepción permite captar pero que no son retenidas, tal es el caso de los mensajes emitidos oralmente (sin que sean grabados). En cambio, las permanentes, son aquellas que mediante distintos soportes pueden ser conservadas. Existe también una subclasificación en este grupo: representaciones analógicas como las representaciones corpusculares, analógicas con códigos, como los gráficos cartesianos y con códigos arbitrarios tal como la escritura alfabética.

Otra clasificación que también puede aplicarse a las representaciones semióticas utilizadas en la enseñanza de las ciencias toma como criterio el carácter icónico o simbólico que las representaciones tengan. Aquellas que describen objetos mediante conjunto de símbolos arbitrariamente utilizados se clasifican como representaciones semióticas descriptivas. Un enunciado en texto alfabético (enunciado oracional), una tabla de datos o

una ecuación algebraica son representaciones semióticas descriptivas. Por otra parte, las representaciones que representan el objeto o fenómeno con base en la imagen o iconografía se clasifican como representaciones pictóricas, y en este grupo se encuentran los gráficos cartesianos

### 1.2.3. Características identitarias de las representaciones semióticas.

Duval (1999) sostiene que una representación puede considerarse como representación semiótica cuando permite al individuo acceder al objeto que representa. Para eso es necesario:

- La existencia de al menos dos sistemas semióticos diferentes para poder representar al mismo objeto o fenómeno. Ejemplo de ello sería un cuadro de valores de registro de variación de volumen en función de la masa y gráfico cartesiano que representa dicha función.
- La posibilidad de convertir de un sistema semiótico a otro, aquellas representaciones generadas automáticamente sin que ello consuma recursos atencionales.

### 1.2.4. Construcción mental de las representaciones semióticas.

Siguiendo a Duval (1999), la construcción de una representación mental se basa en dos procesos inseparables: semiosis y noesis. La primera implica la producción de las representaciones semióticas desde un sistema semiótico determinado, pudiendo reconocerse esto en la construcción en lenguaje alfabético del concepto de densidad de una sustancia. La segunda, implica a todas las distintas actividades cognitivas que el sujeto realiza en la construcción de la representación. Esto es propio de cada sujeto, tan propio e individual como su proceso de aprendizaje.

Para operar cognitivamente al nivel de construcción de representaciones semióticas es necesario que el sujeto disponga (conozca y utilice) del sistema semiótico en el que se expresará la representación. Tres tipos de actividad cognitiva son señalados por Duval (1999) vinculadas a la producción de representaciones semióticas y que permiten la comprensión de un tema. Ellas son:

- La formación de las representaciones. Crear una representación semiótica implica representar un objeto o fenómeno (sus características), mediante un conjunto de signos que se seleccionan dentro de un sistema semiótico determinado. Así, la imagen percibida del objeto o fenómeno puede hacerse presente cada vez que el individuo lo requiera. Las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracional y algebraico empleados en la enseñanza del tema densidad codifican relaciones entre dos propiedades (masa y volumen) de un mismo sistema. Cuando se completa una tabla con valores, se construye un gráfico cartesiano o se enuncia alfabética o algebraicamente las relaciones entre masa y volumen de un mismo sistema se están formando esas representaciones semióticas.

- El tratamiento de las representaciones. Esta actividad consiste en transformar una representación en otra, pero manteniendo el sistema semiótico. Por ejemplo, esto ocurre cuando se solicita a un alumno que exprese una definición dada por el docente, pero con sus propias palabras. Cuando se analiza la pendiente del gráfico cartesiano se está realizando el tratamiento de dicha representación semiótica. En otras palabras, al realizar el tratamiento de la representación semiótica se está ampliando la información que originalmente brindaba

- La conversión de las representaciones. Esta actividad involucra la transformación de una representación en otra que se expresa en un sistema semiótico distinto y también es denominada transformación externa de la representación. Dicha transformación implica un proceso de conversión, y convertir una cosa en otra requiere establecer una correspondencia entre lo inicial y lo final. En el proceso de conversión de representaciones semióticas se realizan procedimientos como la interpretación, la transposición, la decodificación y la codificación. En la temática involucrada en el presente trabajo ocurre conversión de representaciones al pasar el concepto de densidad del lenguaje alfabético (enunciado oracional) al lenguaje algebraico, o al llevar las variaciones de masa y volumen expresadas en una tabla de datos a un gráfico cartesiano.

Cuando se realizan conversiones entre representaciones semióticas es necesario tener presente que la nueva representación formada generalmente no incluye la misma información que la que la originó brindaba. En ese proceso de convertir una representación en otra se colocan la representación de partida y la de llegada en situación de correspondencia que generalmente se establece entre unidades características de cada una de las representaciones

Duval (2006) distingue dos situaciones posibles en el proceso de transformación: congruencia e incongruencia de las representaciones. Si existe correspondencia término a término entre las representaciones, la representación final permite volver a la representación inicial (siendo generalmente automática esta última) se tiene una situación de congruencia. Si esto no es así, y resulta necesario reorganizar la representación de inicio para lograr la final con su registro semiótico distinto, y de la representación final no podemos volver a la de partida, entonces se está en una situación de incongruencia entre representaciones. Esta segunda situación requiere para el sujeto un mayor empleo de recursos cognitivos y un mayor tiempo.

En los casos de conversión incongruente de representaciones resulta imprescindible para su comprensión y realización el conocimiento acerca de la formación y el tratamiento tanto de la representación de inicio como de la final. En referencia a las representaciones semióticas involucradas en la enseñanza del tema densidad es posible la conversión entre todas ellas existiendo congruencia en la conversión de tabla de datos a gráfico cartesiano y de enunciado oracional a enunciado algebraico. Para el caso de conversión de gráfico cartesiano a enunciado oracional se estará en presencia de una conversión incongruente.

Duval (2006) sostiene que cognitivamente motiva a la conversión de representaciones el hecho de realizar operaciones nuevas desde un nuevo registro. Afirma también que la incongruencia entre representaciones suele ser causa de no poder lograr la conversión entre ellas. Para poder realizar una conversión es imprescindible identificar las unidades de significado que corresponden a cada uno de los sistemas semióticos utilizados en las representaciones. Esta identificación de unidades es una de las tareas más difíciles para los estudiantes.

En los currículos actuales para la enseñanza de las ciencias en educación media y superior suele incorporarse el uso de distintos sistemas semióticos. A pesar de ello la conversión de representaciones suele ser muy difícil para los estudiantes. Esas dificultades son independientes de la complejidad que presenten los conceptos a los que refieren las representaciones, sino que son debidas a que la conversión entre representaciones no es espontánea y por ello es necesario que quienes enseñan visualicen la conversión entre representaciones como contenido de enseñanza.

1.2.5. Representaciones semióticas identificadas como básicas en el tema densidad y conversiones posibles entre ellas.

En todo proceso de enseñanza que utilice comunicación sostenida por soportes permanentes (registros escritos, audiovisuales, carteles, etc.) es altamente probable que se utilicen representaciones semióticas. En el caso de la enseñanza del concepto de densidad como propiedad de las sustancias pueden existir variadas representaciones semióticas, pero existen algunas que pueden considerarse especialmente asociadas al mencionado tema. A continuación se enumeran y describen las principales de dichas representaciones:

- Tabla de datos.

Cuando se realiza una actividad experimental se tiene como finalidad estudiar un fenómeno y elaborar un modelo teórico a partir de la información obtenida y su análisis o comprobar cuán válido es un modelo ya establecido al contrastar los valores resultantes de la experimentación con los ya teorizados. Esos datos experimentales deben registrarse a fin de que el experimentador y las demás personas que lo requieran obtengan la mayor cantidad y calidad de la información recolectada. Para lograr eso se recurre a las tablas de datos evitando así la búsqueda constante de los mismos a lo largo del informe que se elabore, en otras palabras son una forma más compacta y simple de compartir y presentar resultados.

Como además de ser una forma de representar datos son una representación semiótica presentan las características generales detalladas en puntos anteriores pero también tienen características propias que permiten reconocerlas y construirlas. La mismas son:

- En ellas se registran tanto los datos directos (provenientes de mediciones) como aquellos que se calculan. Cada dato se registra en la columna correspondiente a la magnitud con la que se vincula.

- Para una misma magnitud las medidas correspondientes se registran en una misma columna, pudiendo una tabla tener tantas columnas como sean necesarias. En la cabecera de dicha columna se indica el nombre y el símbolo para la magnitud que corresponda así como también las unidades en las cuales sea expresada pudiendo acompañarse si se desea del error que comprenda la medición.

- Toda tabla debe ser precedida por su título.

### Gráficos Cartesianos.

Con estas representaciones semióticas además de presentarse la información cuantitativa de los datos obtenidos se expresa la relación de esos datos entre sí y con los parámetros de la experimentación. Al igual que ocurre con las tablas de datos estas representaciones semióticas presentan características propias:

- Están formadas por dos rectas perpendiculares orientadas las cuales dividen al plano en cuatro cuadrantes. Cada una de ellas corresponde a una variable siendo el eje horizontal para la variable independiente y el vertical para la variable dependiente.

- Cada eje debe expresar la magnitud que representa, el intervalo correspondiente a la medida y las unidades de expresión. La elección de cada intervalo debe ser concordante con el rango de la magnitud que se representa a fin de que dentro de la gráfica figuren todos los datos y su representación ocupe la mayor parte del área del graficada. No es necesario que se marque el valor de cada intervalo.

- Dado que los valores obtenidos experimentalmente o calculados no son la única información que puede deducirse de una práctica experimental en un gráfico cartesiano permite representar en el espacio de sus cuadrantes la relación entre los cambios o constancias de sus variables. Por ello en los mencionados cuadrantes se dibuja una línea que representa la tendencia que rige el comportamiento de una magnitud frente a otra. Estas líneas pasan por la mayoría de los puntos y generalmente son líneas continuas y mediante diferentes procedimientos matemáticos pueden estudiarse las características de las mismas y elaborarse así premisas que refieran a las relaciones entre parámetros.

- Todo gráfico cartesiano va precedido de un título.

### Enunciado oracional.

Esta representación semiótica es un conjunto organizado de palabras que combinadas entre sí expresan una idea. Constituye una unidad sintáctica constituida básicamente por un sujeto y un predicado. Tiene como características de ser simple puesto que tiene un solo verbo en forma impersonal, ser enunciativo porque da cuenta de un hecho real afirmándolo y presenta un final marcado generalmente por un punto, (Gómez Torrego, 2000).

Enunciado algebraico.

El lenguaje algebraico es una forma de traducir lo que se conoce como lenguaje natural o alfabético a símbolos y números. Un enunciado o expresión algebraica presenta símbolos que se corresponden a valores desconocidos y guardan relaciones entre sí. Algunas características de dicho lenguaje son:

- Permite expresar enunciados en forma más breve.
- Expresa relaciones y propiedades numéricas de carácter general.

Tal como se expresó en párrafos anteriores en los diferentes procesos de enseñanza en las clases de ciencias experimentales pueden existir variadas representaciones semiótica pero para el tema de esta investigación son específicas las cuatro antes descritas. En la tabla 1 se presentan las mencionadas representaciones y su clasificación según los criterios explicitados a lo largo del presente capítulo.

**Tabla 1: Clasificación de representaciones semióticas vinculadas a la enseñanza de la densidad**

Representación	Criterios de clasificación para las representaciones		
	Ámbito	Correspondencia con el objeto	Posibilidad de conservación
Tabla de datos	Externa	No analógica	Permanente análoga a relaciones
Gráfico cartesiano	Externa	No analógica	Permanente análoga a relaciones
Enunciado oracional escrito	Externa	No analógica	Permanente con código arbitrario: escritura alfabética
Enunciado algebraico	Externa	No analógica	Permanente con código arbitrario: escritura simbólica

Elaboración propia

Fuente: Capítulo teórico.

Las representaciones mencionadas en la tabla 1 son representaciones semióticas porque cumplen con las dos características de identidad: en primer lugar representan al fenómeno de relación constante entre la masa y el volumen de una sustancia (densidad) existiendo otra representación semiótica capaz de representar al mismo fenómeno y en segundo lugar puede cada una de ellas convertirse en otra.

Para Callone (2016), la conversión entre representaciones semióticas es condición necesaria pero no suficiente para que exista comprensión en el proceso de aprendizaje. Pensar en conversión presupone el dominio de los códigos semánticos en los que cada una de ellas se expresa. Sólo partiendo de esta premisa pueden analizarse las conversiones que se mencionan en los párrafos siguientes:

- Conversiones entre tablas de datos y gráficos cartesianos. Es importante tener presente que generalmente existe congruencia entre las representaciones de tablas de datos y gráficos cartesianos con las que se trabaja en la enseñanza del tema densidad. Generalmente, las gráficas para dos variables, se construyen a partir de un grupo de pares ordenados de datos (en el caso de la presente investigación un valor masa se relaciona con un valor de volumen). La congruencia mencionada se da porque existe correspondencia entre los términos o unidades elementales de la tabla de datos con algunas de las unidades elementales del gráfico cartesiano. Por ejemplo: los valores que en la tabla figuran en la columna de valores de masa están representados en el eje denominado “masa” en el gráfico, sucediendo lo mismo para los datos de volumen. Sin embargo, en el gráfico cartesiano existen unidades elementales no correspondientes con la tabla de datos: las zonas o cuadrantes, la curva resultante, etc. Partir de un grupo de pares ordenados de datos para construir un gráfico cartesiano supone un nivel de dificultad menor que construirlo a partir de una ecuación algebraica.

En el caso de 1° año de ciclo básico, y específicamente para el tema densidad, la construcción se puede realizar de dos maneras: local (el proceso de construcción se aborda punto por punto) y global (el proceso se realiza teniendo en cuenta la tendencia general que presenta el grupo de datos).

- Conversiones entre gráficos cartesianos y lenguaje en código alfabético (expresado en enunciados oracionales). Esta conversión tiene lugar asociada a tres procesos fundamentales que se pretenden enseñar al trabajar en ciencias con gráficos de estas características: interpretar, explicar y predecir el fenómeno en estudio. La conversión fundamental se vincula a expresar la relación entre variables dada por el gráfico en un nuevo código semántico: el enunciado oracional, expresado en código alfabético. En este caso la conversión a realizar es incongruente, dado que una vez lograda la representación del enunciado oracional no puede volver a obtenerse el gráfico cartesiano.

Además de las relaciones existentes entre los signos diferentes utilizados en una representación semiótica y otra, la conversión en este caso, está fundamentalmente determinada por otras dos relaciones: entre las representaciones semióticas y el fenómeno que están representando y entre la representación misma y el sujeto que la interpreta.

- Conversiones entre gráficos cartesianos y lenguaje en código algebraico (algoritmo). Esta conversión es frecuente en las ciencias naturales cuando un fenómeno es estudiado cuantitativamente. Ospina (2012) establece que para los estudiantes es mucho más sencillo llegar a una expresión algebraica a partir de un gráfico que de otro registro. En este caso también existe incongruencia en la conversión y por ello resulta fundamental la enseñanza de la formación y el tratamiento de ambas representaciones semióticas antes de realizar su conversión.

- Conversiones entre tabla de datos y enunciado oracional (lenguaje en código alfabético). Para realizar esta conversión, pueden considerarse algunos aspectos de congruencia entre ambas representaciones. Entre el lenguaje científico en código alfabético y la tabla de datos hay correspondencia semántica entre las unidades elementales de expresión lingüística, así como también es unívoca la relación de unidad semántica terminal: masa, volumen, gramos, centímetros cúbicos, etc. Es necesario aclarar que dicho carácter unívoco se presentará en aquellos casos donde el dominio del lenguaje científico presente aceptable nivel por parte del sujeto que realice la conversión. En otras palabras, esto significa que los conceptos involucrados en las representaciones semióticas deben ser de dominio del estudiantado. Sin embargo, dado que la construcción de la tabla de datos a partir del enunciado oracional no resulta directamente posible, por ello esta conversión resulta también incongruente.

La tabla 2 vincula las conversiones posibles entre las representaciones semióticas involucradas en la enseñanza del tema densidad y la congruencia o incongruencia implicada en la conversión.

**Tabla 2: Conversiones entre representaciones semióticas asociadas a densidad y la congruencia o incongruencia implicada**

<b>Representación Semiótica</b>	Tabla de datos	Gráfico cartesiano	Enunciado oracional escrito	Enunciado algebraico
Tabla de datos	----- -	congruencia	incongruencia	incongruencia
Gráfico cartesiano	congruencia	----- -	incongruencia	incongruencia
Enunciado oracional escrito	incongruencia	incongruencia	----- -	congruencia
Enunciado algebraico	incongruencia	incongruencia	congruencia	----- -

Elaboración propia.

Fuente: Marco teórico.

#### 1.2.6. La enseñanza de representaciones semióticas.

La enseñanza de las representaciones semióticas ha sido objeto de estudio en las últimas décadas siendo uno de los aportes más significativos los realizados por Duval (1999). Sus estudios se centran sobre la actividad cognitiva del sujeto que utiliza representaciones semióticas y las convierte unas en otras. Sostiene que a pesar de que en la enseñanza se incorpore el uso de distintos sistemas semióticos, la conversión de representaciones suele ser muy difícil para los y las estudiantes. Esas dificultades no solo dependen de la complejidad que presenten los conceptos a los que refieren las representaciones, sino que son debidas a que la conversión entre representaciones no es espontánea.

Para Duval (1999), cuando la enseñanza se focaliza en formar y tratar representaciones en un único registro semiótico (mono registro) y deja a un lado la conversión se limita notablemente al aprendizaje. Esto se evidencia cuando el sujeto debe aplicar a un nuevo contexto en un nuevo registro lo que supuestamente aprendió en otro. En otras palabras, el sujeto no puede transferir de manera alguna los conocimientos que aprendió. La conversión de representaciones es fundamental en la resolución de problemas. Por lo anterior el autor sostiene que para enseñar conceptos desde o con la utilización de representaciones semióticas es fundamental que quien enseña identifique previamente la o las representaciones que promoverá, qué tipos de conversiones implica dicho uso y cuáles son los elementos que dan significado a dicha representación. Para poder realizar una conversión

es imprescindible identificar las unidades de significado que corresponden a cada uno de los sistemas semióticos utilizados en las representaciones. Esta identificación de unidades es una de las tareas más difíciles para los estudiantes.

Duval (1999) además de desarrollar teoría sobre construcción y conversión entre representaciones semióticas, así como también clasificarlas, manifiesta que “la enseñanza privilegia el aprendizaje de las reglas que conciernen a la formación de las representaciones semióticas y las que conciernen a su tratamiento dejando de lado la conversión”(p. 46).

En las clases de química se construyen y utilizan constantemente representaciones semióticas diversas y al mismo tiempo se convierten unas en otras dando lugar a la enseñanza y al aprendizaje de un verdadero lenguaje de la ciencia Química. Coincidiendo con Jiménez (2007), Galagovsky y Bekerman (2009) y Macías (2014), la escritura en lenguaje natural, los símbolos y signos matemáticos, las diversas representaciones gráficas, que utilice el docente de química en sus clases podrán constituirse como obstáculos o como facilitadores de aprendizaje y al mismo tiempo son contenidos de enseñanza y de aprendizaje transversales a los diversos cursos. Las investigaciones sobre representaciones semióticas abarcan campos diversos de conocimientos. Según Tamayo (2006), en los últimos años los estudios sobre las representaciones semióticas (su producción y su interpretación) ha llegado al campo de la educación en ciencias. Previo a la presencia en el campo educativo, los estudios se centraban en los propósitos de definir las concepciones sobre representaciones, su construcción y sus transformaciones posibles, tal como se documenta en los trabajos de Johnson-Laird (1995) en relación a las representaciones mentales, estableciendo clasificaciones de las mismas. Este reconocimiento al estudio de las representaciones puede remontarse a la vinculación entre representaciones mentales y representaciones semióticas (especialmente el lenguaje) que realizara Vigotsky (1979). Sin embargo, los estudios que vinculan las representaciones semióticas a educación en el campo de las ciencias son más contemporáneos y se focalizan fundamentalmente en los procesos de aprendizaje que desarrollan los estudiantes.

Seufert (2003) afirma que el aprendizaje de los estudiantes puede mejorarse al utilizar representaciones semióticas en diferentes registros y además utilizarlas simultáneamente, dado que la simultaneidad del uso favorece al alumnado en la construcción de modelos mentales coherentes. Para la misma autora, la mayoría de los estudiantes fallan al realizar conexiones referenciales entre representaciones diferentes, es decir que los estudiantes

presentan dificultades cuando enfrentan la tarea de tratar con varias representaciones y hacer conexiones entre ellas. Estas afirmaciones complementan lo que sostienen Martí y Pozo (2000) cuando afirman que al utilizarse distintos tipos de códigos en las distintas representaciones se producen restricciones en el procesamiento de la información y por lo tanto la comprensión que el estudiante pueda hacer de las mismas se ve restringida. También en relación a quienes aprenden, Callone y Torres (2013) sostienen que quienes están en etapa inicial de aprendizaje en ciencias centran sus recursos atencionales en las características que más sobresalen y son más superficiales de las representaciones sin atender las principales relaciones que existen.

En relación a los procesos de enseñanza vinculados al uso de representaciones semióticas García y Perales (2006) manifiestan que los diagramas y los enunciados son las representaciones más utilizadas por los docentes de ciencias teniendo un uso mucho menor las ecuaciones y las gráficas cartesianas. Su estudio revela además que a medida que aumenta el nivel académico la preferencia por enunciados y ecuaciones crece y disminuye aún más la preferencia por representaciones del tipo gráfico (gráficos cartesianos y diagramas).

La conversión entre representaciones semióticas realizadas en las aulas de educación media fue analizada por García (2006) evidenciando que las conversiones más frecuentes son las realizadas entre representaciones congruentes. Dentro de las conversiones con incongruencia las menos frecuentes en los procesos de enseñanza son las que parten de un gráfico cartesiano para obtener una ecuación o un enunciado o las que parten de un enunciado para llegar a una ecuación.

En otro aspecto vinculado a la enseñanza de conversiones entre representaciones Tamayo (2006) expresa que parece que en procesos de enseñanza dirigidos al logro de aprendizajes en profundidad por parte de los estudiantes, es necesario que los profesores orienten esfuerzos importantes para hacer evidentes todos los procesos que posibilitan la conversión de una representación en otra. También Callone y Torres (2013) aportan que la interpretación incorrecta de las representaciones semióticas es debida tanto a las teorías implícitas del estudiantado como al desconocimiento de las propias representaciones y de los códigos usados en ellas, sumándole a ello la forma en que éstas son utilizadas en el proceso de enseñanza.

Todos los aportes antes mencionados refieren fundamentalmente al aprendizaje del lenguaje científico y de las representaciones externas que los estudiantes necesitan construir para aprenderlo. Sin embargo, refieren escasamente a cómo el cuerpo docente enseña ese lenguaje y son más escasos aun las investigaciones acerca de cómo se enseña a operar con ese lenguaje.

## Capítulo 2: Marco metodológico

En el presente capítulo se describe y justifica la metodología utilizada para responder las preguntas de investigación. Presenta información referida a la unidad de análisis y la selección de la muestra, explicita la operacionalización de variables y códigos empleados en el análisis vinculando todo ello a un marco teórico-metodológico de referencia. También fundamenta y detalla la selección de técnicas de recolección de datos y de análisis de los mismos.

### 2.1 Paradigma metodológico

La investigación propuesta se sitúa dentro del campo denominado investigación educativa, la cual se orienta a captar características particulares de cada situación basándose generalmente en metodología cualitativa, (Contreras, 1994). Este enfoque concuerda con la postura de que en los estudios acerca de procesos de enseñanza y de aprendizaje la identificación de los aspectos particulares puede ser tan significativa como las generalizaciones que desde modelos más tradicionales pudieren realizarse.

Dentro del enfoque cualitativo se optó por trabajar en base a un diseño descriptivo y explicativo. Con el diseño descriptivo se describió un fenómeno desde su estructura y su dinámica, identificando los caracteres más significativos de la realidad que se estudia y mediante el diseño explicativo se buscó dar respuesta a las causas de los hechos estudiados (Quivy y Van Campenhoudt, 1992).

Adoptando la concepción de Batthyány y Cabrera, (2011) también se considera que el proceso desarrollado fue de diseño emergente, lo que implica que las fases del proceso, los instrumentos, el contexto de estudio, etc.; pueden cambiar en relación a todo aquello que sea determinado a priori. Por otra parte y coincidiendo con las autoras mencionadas, en el enfoque cualitativo la interpretación que realiza el investigador de lo que ve, oye y comprende es fundamental en el proceso de investigación, y que la misma está atravesada por su contexto, historia y concepciones.

La investigación desarrollada utilizó fuentes de información primaria, considerando a las mismas como: cualquier tipo de indagación en la que el investigador analiza la información que él mismo obtiene, mediante la aplicación de una o varias técnicas de

obtención de datos. (Batthyány y Cabrera, 2011, p. 85)

## **2.2 Población y unidad de análisis**

El campo empírico se conformó por los cursos de primer año de ciclo básico de Educación Media a cargo de docentes de química del Consejo de Educación técnico profesional. La población objetivo de la investigación estuvo conformada por docentes de química de diferentes generaciones que tenían a su cargo el curso de 1º año de ciclo básico en asignatura ciencias físicas en instituciones de Educación Media Básica pertenecientes al Consejo de Educación Técnico Profesional en el departamento de Salto.

La unidad de análisis fundamental seleccionada fueron las estrategias de enseñanza planificadas para la conversión de representaciones semióticas en el tema densidad de la materia.

## **2.3 Muestra**

La muestra seleccionada fue del tipo no probabilístico con criterio por juicio y por conveniencia. Estuvo constituida por tres docentes de la especialidad química pertenecientes a generaciones de formación diferentes. Los aspectos que se atendieron para su selección fueron los siguientes:

- El grupo de docentes que la integraron son docentes de química y tenían a su cargo cursos de primer año de ciclo básico en dependencias del Consejo de Educación Técnico Profesional en el departamento de Salto.

- La capacidad operativa de recolección y análisis, es decir, el número de docentes seleccionado se determinó teniendo en cuenta dos aspectos: cuántos docentes de química tenían a su cargo la asignatura Ciencias Físicas en el curso de primer año de ciclo básico en la órbita del Consejo de Educación Técnico Profesional en el departamento de Salto y qué número de ellos podrían ser atendidos de manera realista y en acuerdo a los recursos y tiempos disponibles.

## 2.4 Métodos o técnicas de recolección de datos

Siguiendo la línea Hernández, Fernández y Baptista, (2010) se tuvo presente que los métodos o técnicas de recolección de datos pueden variar durante el transcurso de la investigación. A continuación, se describen las técnicas que se seleccionaron:

Entrevistas.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), las entrevistas constituyen recolección enfocada de datos. En el trabajo realizado se consideraron desde esa concepción y se aplicaron a los docentes que integraron la muestra de la investigación con el fin de obtener respuestas sobre el problema de investigación en términos, lenguaje y perspectiva de los entrevistados. Para Yuni y Urbano (2014) la entrevista tiene base en las respuestas directas que las personas entrevistadas dan al investigador. De esa manera este último obtiene información sobre ideas, concepciones, etc. permitiendo acceder a datos sobre el fenómeno de estudio que ocurran en distintos contextos temporales. La triangulación entre datos obtenidos mediante esta técnica con los obtenidos mediante el análisis documental permite la reconstrucción de situaciones o acontecimientos en el tiempo.

Las entrevistas a aplicadas se diseñaron como semiestructuradas. Presentaron un inicio de preguntas generales, prosiguiendo con preguntas de ejemplificación y preguntas de contraste. Esto también permitió atender la opinión del entrevistado, la expresión de sus sentimientos respecto a la enseñanza de la conversión de representaciones semióticas, los conocimientos que pudieren expresar vinculados al tema, así como las estrategias de enseñanza que planificaron o pretendieron implementar.

El instrumento (ver anexo 1) se validó por criterio de experto. Se solicitó la validación a tres expertos: Tutor de tesis, un Magister en Educación y una Magister en didáctica de la educación superior con título de grado en especialidad química. Esto permitió la validación de los mismos articulando los aspectos metodológicos propios de la investigación desde las ciencias sociales con aquellos propios de la educación en química. Además de ello se atendió para la validación de la entrevista, una aplicación del instrumento elaborado a docentes de química que no formaban parte de la muestra seleccionada para la investigación.

Se realizó una entrevista a cada docente participante después de realizar un análisis primario de sus planificaciones. Esto permitió definir preguntas vinculadas a posibles datos emergentes de los documentos que no pudieron preverse antes.

#### Análisis documental (ver anexos 2, 3 y 4)

El empleo de esta técnica según Hernández, Fernández y Baptista (2010) permite al investigador contextualizar el fenómeno que estudia además de posibilitar miradas en retrospectiva, actuales y en prospectiva. En otras palabras, permite a quien investiga enmarcar su objeto de investigación en un acontecer histórico. En este marco, se consideraron especialmente a los documentos escritos, entendiendo por ello lo expresado por Yuni y Urbano (2014): “El término documento se refiere a una amplia gama de registros escritos y simbólicos, así como a cualquier material datos disponibles. Los documentos incluyen cualquier cosa existente previa a y durante la investigación” (p. 102)

En el presente trabajo se comprendió como documentos escritos a aquellos que utilizando sistemas de signos convencionales narraban acontecimientos o procesos. Los documentos escritos a utilizados presentaron las siguientes características:

- fueron producidos sin que incidiera la presencia del investigador.
- presentaban un carácter de historicidad en un marco de un contexto socio-histórico y cultural determinado.

#### Matriz de análisis documental

Los documentos escritos fueron analizados realizando lectura de exploración inicial y luego con una guía pre-construid en base a las categorías y subcategorías conceptuales establecidas.

#### Documentos escritos:

- Planificaciones docentes, atendiendo en primer lugar a los diferentes niveles de planificación: plan anual, plan por módulos o plan de unidad didáctica, plan diario. El trabajo se centró en la planificación de 18 clases (seis por cada docente)

- Autoevaluaciones, reflexiones, análisis que brindaron las docentes que integraron la muestra y que referían a intervenciones didácticas del tema en estudio.

- Programa oficial del curso de primer año de ciencias físicas del Consejo de Formación Técnico Profesional.

## **2.5 Fases del trabajo a desarrollar**

### 2.5.1. Recolección de datos.

Las diferentes tareas implicadas en la investigación se realizaron en distintas fases:

- Previo al ingreso al campo.

Esta fase comprendió la formulación del problema y la redacción del proyecto de investigación, con una propuesta metodológica a desarrollar. También incluyó la solicitud de autorización y acuerdo para trabajar con documentación perteneciente a docentes que integren la muestra.

- Inmersión primaria

La primera inmersión consistió en la selección de los y/o las docentes que conformaron la muestra. Para ello se solicitó a los centros de formación de ciclo básico del CETP de Salto los listados de docentes de química que tuvieran a su cargo cursos de ciencias físicas en primer año de Educación Media Básica. Luego de esto se estableció un primer contacto con los mismos.

- Inmersión en profundidad

En esta fase se realizó una inmersión completa en el ambiente, enfocándose especialmente en recolectar datos que contribuyan a la concreción de objetivos planteados. En esta etapa se realizaron de entrevistas y análisis de documentos

En resumen: las tareas de investigación implicaron una inserción inicial en el campo con una colecta y análisis primario de datos para luego realizar una inmersión más profunda a fin de ampliar, complementar o aclarar aquellos aspectos que surgieron de la primera

inmersión, los necesarios para dar respuesta a objetivos, así como también para los cuales se definió triangulación.

### 2.5.2. Análisis de datos.

Se previó que la tarea de análisis de datos se organizara atendiendo las siguientes etapas:

- Exploración del sentido general de los datos en su forma original. En el transcurso de esta revisión se atendió especialmente a que el material de análisis se presentara completo y con calidad para ser analizado.

- Transcripción de materiales. Se realizó esto especialmente para los registros digitales de entrevistas.

- Revisión del material transcrito. Se apuntó con esta fase a la familiarización con las transcripciones y a la comprensión del sentido general que los datos presenten.

- Organización de los datos según un criterio determinado. Los datos se organizaron atendiendo a los siguientes criterios:

- A- Por docente. Para preservar la confidencialidad se hace referencia a los docentes numerándolos de 1 a 3.

- B- Por tipo de datos:

- B1- Programa oficial vigente del curso de ciencias físicas de primer año de educación media básica del CETP.

- B2- Planificaciones según diferentes niveles: anual, por módulo o unidad didáctica, diaria, otro que surja.

- B3- Fundamentaciones para las planificaciones.

- B4- Actividades. Se consideraron dentro de este grupo tanto a las actividades que explícitamente proponían las docentes para que realicen los estudiantes como aquellas que no se explicitaron como tales pero se describían en la secuencia didáctica. Todas se consideraron

desde la conceptualización y clasificación de actividades de enseñanza explicitadas en el capítulo 1.

B5- Emanados de entrevistas.

B6- Cronológico. Se ordenaron y codificaron los datos desde lo más antiguo a lo más nuevo.

### 2.5.3. Codificación de datos.

Para esta etapa se realizó codificación axial de los datos pero teniendo presente la codificación abierta, dado que desde esta última pueden surgir aportes para la relación de categorías.

Se utilizó a partir de esta etapa el programa atlas ti 8.0. Dicho programa constituye una asistencia por computador para el análisis cualitativo de datos, perteneciendo al grupo de programas (software) conocidos como Computer Assisted/Aided Qualitative Data Analysis Software o CAQDAS.

El uso del software mencionado se consideró apropiado dado que:

- Favoreció un mejor aprovechamiento de tiempo
- Permitió una organización rápida. Documentos primarios, citas, descripciones de códigos y anotaciones permanecen almacenados en el programa teniendo acceso a los mismos en forma hipertextual e inmediata.
- Permitió mayor fluidez en la triangulación de códigos y citas
- Facilitó el mapeo o redes de códigos, unidades de significado, etc.
- En ningún momento sustituyó a la investigadora ni realizó las tareas propias del proceso cognitivo de análisis.

Para la codificación de los datos se dividió la tarea en los siguientes momentos:

A) En primer lugar se realizó una búsqueda de unidades de significado. Estas unidades son segmentos de datos que se reiteraron o emergieron significativamente y que a continuación se detallan:

A.1- Representaciones semióticas como contenido de enseñanza. Para esta unidad de significado se consideraron las tablas de datos, los gráficos cartesianos, los enunciados oracionales y los enunciados algebraicos vinculados a tablas de datos y/o gráficos cartesianos.

A.2- Conversiones previstas para las representaciones semióticas seleccionadas como contenido de enseñanza.

A.3- Actividades de enseñanza. Esta unidad de significado se subdividió en dos atendiendo a los criterios de clasificación de actividades de enseñanza aportados por los marcos teóricos que se explicitan en el capítulo 1 del presente documento. La subdivisión mencionada refiere a:

A.3.1- Actividades dirigidas promover la actividad científica en el alumnado con la orientación hacia la construcción de ideas.

A.3.2- Actividades según orientación docente para el proceso de construcción del conocimiento.

B) En segundo lugar se categorizaron dichas unidades codificándolas de manera tal que permitieron cruzarlas y compararlas entre sí, orientando la tarea a la búsqueda de una nueva categorización enfocada a dar respuesta a las preguntas y problema de la investigación.

La tabla N°3, que se presenta a continuación, evidencia la categorización y codificación establecidas y utilizadas.

**Tabla 3: Categorización y codificación**

<b>Unidades de significados</b>	<b>Categorías de la unidad de significado</b>	<b>Código Definido</b>
Representaciones semióticas como contenido de enseñanza	Tabla de datos	TD
	Gráfico cartesiano	GC
	Enunciado oracional	EO
	Enunciado algorítmico	EA
Conversiones de representaciones semióticas	Tabla de datos a Gráfico Cartesiano	TD-GC
	Gráfico Cartesiano a Tabla de datos	GC-TD
	Tabla de datos a enunciado oracional	TD-EO
	Enunciado oracional a tabla de datos	EO-TD
	Enunciado oracional a gráfico cartesiano	EO-GC
	Gráfico Cartesiano a enunciado oracional	GC-EO
	Tabla de Datos a Enunciado algorítmico	TD-EA
	Gráfico Cartesiano a Enunciado algorítmico	GC-EA
	Enunciado oracional a Enunciado algorítmico	EO-EA
	Congruencia	
	Incongruencia	
	Global	
	Local	
Actividades de enseñanza	Actividades de inicio	AI
	Actividades de introducción de nuevas variables	AINV
	Actividades de estructuración del conocimiento	AEC
	Actividades de generalización	AG
	Actividades orientadas a percibir los hechos en forma indirecta	APHI
	Actividades orientadas a percibir los hechos en forma directa	APHD
	Actividades de construcción del conocimiento en forma materializada	ACCM
	Actividades de construcción del conocimiento en forma interpersonal	ACCInter
	Actividades de construcción del conocimiento en forma individual	ACCInd

Elaboración propia.

Fuente: Marco teórico.

#### 2.5.4. Triangulación.

Sabiendo que para el enfoque cualitativo adquiere mucha importancia la triangulación de datos o de información, se consideró este proceso desde la concepción de Alfonso (2009) entendiendo que: “La recogida de información de diferentes fuentes y momentos, debe ser procesada y combinada para posibilitar una comprensión acertada. A esta combinación se le llama técnicamente, triangulación”. (p. 62)

Para las ciencias humanas la triangulación cobra significado importante dado que busca el estudio de la conducta humana (conducta rica y compleja) desde variados puntos de vista y aportes volviendo más confiables a los resultados. Por lo anterior, la triangulación estuvo presente en la tarea realizada atendiendo especialmente a:

- Triangulación temporal, la cual permitió examinar cuán estables fueron los datos a través del tiempo. En la investigación se analizaron los datos relevados de las planificaciones de docentes diferentes, los planes y programas vigentes para el nivel educativo en el cual se enmarcan esas planificaciones y los datos emergentes de las entrevistas que se realizaron. El análisis por separado de los mismos y luego cruzando categorías comunes a ellos permitieron esta triangulación.

- Triangulación por expertos, procedimiento que apuntó a que datos y análisis se sometieran a la visión de otros cuyo nivel de experticia favorezca una mayor fidelidad de las acciones realizadas. Esto se considera un proceso constante dada la tarea realizada con la tutora del presente trabajo.

### Capítulo 3: Análisis

En el presente capítulo se explicita el análisis del problema teniendo en cuenta los marcos teóricos seleccionados, las fuentes consultadas y las herramientas metodológicas por las que se optó atendiendo permanentemente los objetivos de la investigación.

Las docentes integrantes de la muestra otorgaron su consentimiento a participar de la investigación y aportaron documentos para la misma: planificaciones anuales, planificaciones por unidad didáctica, planificaciones de clases. También participaron de las entrevistas llevadas a cabo con cada una de ellas.

#### 3.1 Análisis de resultados

Durante el proceso de análisis se estudió un total de 25 documentos en los cuales se identificaron 623 citas vinculadas al tema dado que a ellas se pudo asociar al menos una de las categorías o subcategorías de análisis. En la tabla 4 se puede observar una descripción de las mencionadas relaciones de los mismos

**Tabla 4: Detalle de documentos analizados y citas de análisis asociadas a ellos.**

Nombre del/los documentos	Número de documento de análisis	Total de citas seleccionadas y analizadas
Programa de curso de Ciencias Físicas para primer año de ciclo básico tecnológico del Consejo de Educación Técnico Profesional	1	15
Planificaciones anuales correspondientes a docentes de la muestra	2 a 4	18
Planificaciones de clases correspondientes a docentes de la muestra	4 a 22	540
Entrevista docente 1	23	17
Entrevista docente 2	24	14
Entrevista docente 3	25	19

Elaboración propia.

Fuente: Marco metodológico y análisis.

### 3.1.1. El programa vigente de curso.

El programa vigente de 1° año de ciencias físicas de enseñanza media básica en la órbita del Consejo de Educación Técnico Profesional (ANEP, 2006) establece objetivos vinculados a la enseñanza y al aprendizaje de representaciones semióticas. Ellos apuntan a promover la capacidad de resolver problemas, utilizar lenguaje científico y cotidiano, comunicarse, analizar situaciones, interpretar y comunicar resultados, etc. Todo ello implica la utilización de representaciones externas y por lo tanto, las mismas deben ser enseñadas y aprendidas; con todo lo que concierne su utilización.

Específicamente, en el programa mencionado se encuentra el claro ejemplo en la enseñanza asociada al concepto de densidad de las sustancias en la unidad N°2, (CETP-ANEP, 2006 p.10). Dentro de los objetivos generales de la unidad plantea:

- Organizar datos numéricos obtenidos experimentalmente en forma de tablas.
- Elaborar representaciones gráficas a partir de los resultados de un experimento.

Estas dos metas educativas planteadas en el currículo prescripto, establecen la enseñanza y el aprendizaje de distintos registros semióticos y su conversión para el estudio y la comunicación de los conceptos. Reforzando esta idea, dentro de la misma unidad se establecen como indicadores de logro:

- Interpreta y comunica información presentada en diferentes formas.
- Construye e interpreta diferentes tipos de gráficos.
- Lee e interpreta información científica.

Tanto en el primer como en el tercer indicador de logro se encuentra implícita la conversión entre representaciones semióticas. De este documento se desprende que al momento de enseñar el tema densidad el cuerpo docente debe atender especialmente a las representaciones semióticas constituidas por: tablas de datos, gráficos cartesianos y enunciados. Dentro de lo expuesto en el programa de curso no se identifican referencias a actividades o estrategias de enseñanza vinculadas especialmente al tema de investigación.

### 3.1.2. Las planificaciones de las docentes.

#### a- Planificaciones anuales.

Este nivel de planificación se encuentra construido por la totalidad de las docentes de la muestra combinado con planificación de unidades didácticas. En las planificaciones anuales de las tres docentes se identifican como objetivos de las respectivas unidades didácticas asociadas a la enseñanza de la densidad los mismos que se reconocen en el programa de curso así como también coinciden los indicadores de logro.

#### Docente uno.

Representaciones semióticas como contenidos de enseñanza: En su plan de unidad establece como contenido conceptual al concepto de densidad sin indicar si este será explicitado por código oracional y/o por código algebraico. Las tablas de datos y el gráfico cartesiano se explicitan en contenidos procedimentales asociados a actividades de experimentación y análisis de situaciones.

Conversión entre representaciones semióticas: La conversión entre representaciones sólo es indicada al expresar: “construcción de gráfico a partir de tabla de datos elaborada en actividad de laboratorio”.

Actividades de enseñanza: Especifica la realización de actividades de inicio y de construcción del conocimiento en forma materializada orientadas a percibir los hechos directamente al planificar actividad de laboratorio. Planifica tanto actividades orientadas a construir el conocimiento en forma interpersonal como individual. Explicita la planificación de actividades de generalización fundamentalmente para el final de la unidad didáctica.

#### Docente dos.

Representaciones semióticas como contenidos de enseñanza: en el plan de unidad didáctica de esta docente se reconocen como contenidos de enseñanza a las representaciones semióticas como tablas de datos, gráficos cartesianos, enunciado oracional (la docente lo denomina definición) y al enunciado algebraico (es denominado con la expresión “fórmula de densidad”). No distingue para estos contenidos la tipología asignada en relación a conceptos, procedimientos o actitudes.

Conversión entre representaciones semióticas: la conversión explicitada en el plan de la unidad didáctica refiere a la construcción del gráfico que vincule masa y volumen a partir de la tabla de datos resultante de la actividad experimental. Aunque no indica número de clase se evidencia que dicha conversión no se abordará en las primeras clases de la unidad didáctica.

Actividades de enseñanza: se identifican en este nivel de planificación actividades de inicio asociadas a introducción de nuevas variables desde propuestas para construir el conocimiento en forma materializada desde la experimentación. Se evidencia en el plan la promoción de construcción del conocimiento en forma interpersonal al explicitar actividades en equipos de trabajo. No se aprecia referencia a la conversión de representaciones semióticas vinculadas a actividades de enseñanza planificadas en este nivel.

Docente tres.

Representaciones semióticas como contenidos de enseñanza: señala como contenido conceptual al concepto de densidad sin especificar el tipo de representación a utilizar. Sin embargo se infiere que tratará tanto el enunciado oracional como el algebraico ya que refiere en contenidos conceptuales a “concepto de densidad” y en contenidos procedimentales a “(..) la aplicación de la fórmula de densidad para resolver ejercicios”. En contenidos procedimentales refiere a la construcción de tablas de datos y de gráfico cartesiano.

Conversión entre representaciones semióticas: en el plan de unidad didáctica se evidencia este proceso asociado especialmente a la descripción de las actividades planificadas, especialmente cuando proyecta la construcción de gráficos cartesianos a partir de tablas de datos. No se identifica otra conversión proyectada por la docente en este documento.

Actividades de enseñanza: se destacan dentro de la planificación de la unidad aquellas asociadas a la introducción de nuevas variables desde la orientación a percibir hechos tanto en forma indirecta como directa. La construcción del conocimiento se proyecta desde la construcción colectiva más que desde lo individual dada la reiteración que existe en el plan respecto a propuestas de trabajo en equipos de estudiantes. Las actividades de generalización que se planifican se asocian a la evaluación de aprendizaje mediante repartido de ejercicios y problemas que se realizarán hacia el final de la unidad didáctica.

b- Planificaciones de clases.

Docente uno.

En las planificaciones correspondientes a seis clases elaboradas por la docente se encuentra:

A1- Como representaciones semióticas a trabajar se seleccionan las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracionales y algorítmicos. Estas representaciones surgen en el plan por unidad didáctica y en las planificaciones diarias. A continuación se explicita el análisis realizado para cada una de dichas representaciones en cada planificación de clase.

Tabla de datos. Esta representación se encuentra planificada en formato de dos columnas vinculando variables masa y volumen correspondientes a un sistema. Las unidades de expresión de las magnitudes son gramo y centímetro cúbico. Se planifica trabajar con seis pares de valores.

Clases uno y dos.

Esta representación es brindada por la docente acompañada de una narrativa respecto a una situación de trabajo experimental de laboratorio vinculada a actividad práctica realizada en clases anteriores por el grupo de clase. Planifica explicitar el significado de cada columna de la tabla y vincularlo a los conceptos de variables dependiente e independiente. Plantea también el análisis de los valores que se registran para cada variable estudiándolos para cada una por separado para luego realizar un estudio comparativo entre ambas y luego establecer vínculos. La tabla de datos representa a las variables con símbolos que se corresponden con los conceptos de masa y volumen ya trabajados en clases anteriores.

Clases tres y cuatro.

En la planificación de estas intervenciones la docente orienta la construcción de la tabla de datos por parte del grupo de estudiantes a partir de la realización de una actividad experimental (determinan el volumen de diferentes muestras de una misma sustancia). La planificación evidencia guía de preguntas que orientan a completar una tabla de datos vacía promoviendo así el reconocimiento de variables, el carácter de dependencia o independencia

de las mismas, los símbolos empleados para su representación, así como también las unidades de expresión de medidas.

Clases cinco y seis.

Las tablas de datos que se planifican para estas clases no difieren de las brindadas o elaboradas en las intervenciones anteriores pero son tablas que se brindan completas con todos sus datos. Dichas representaciones se vinculan a datos para resolver situaciones problema que involucran el concepto de densidad.

Gráfico cartesiano. Esta representación se planifica para construirse en base los datos de tabla para masa y volumen. Se prevé su diagramación únicamente para el primer cuadrante. Se pretende lograr que la la relación entre variables resulte representada por una línea recta.

Clases uno y dos.

El gráfico cartesiano se presenta en la planificación de estas clases a continuación del estudio de la tabla de datos. La docente planifica explicar que en un gráfico cartesiano se representan los valores expresados en la tabla de datos para cada variable pero que pueden visualizarse mejor las relaciones entre ellos. Prevé la construcción en pizarrón del gráfico cartesiano en forma demostrativa a partir de la tabla de datos que entrega. Pretende explicar el significado de los ejes cartesianos, el origen, y la escala de representación. La docente planifica entregar material impreso a los estudiantes con el gráfico construido.

Clases tres y cuatro.

Para el trabajo con gráfico cartesiano en la segunda intervención se planifica la construcción del mismo a partir de los datos obtenidos experimentalmente y registrados en una tabla de datos. Dicha construcción es planificada para ser realizada por los estudiantes trabajando en equipos.

Clases cinco y seis.

En estas intervenciones no se planifica el trabajo con gráfico cartesiano.

Enunciado oracional y enunciado algorítmico. El enunciado oracional que se planifica para la clase 1 y se mantiene a lo largo de la unidad es afirmativo y se expresa como: “Densidad es la propiedad de una sustancia que expresa la relación entre su masa y su volumen”. El enunciado algorítmico se expresa como igualdad entre el símbolo de densidad (d) y el cociente entre masa y volumen ( $m / V$ ).

Clases uno y dos

El enunciado oracional del concepto de densidad es planificado como cierre de clase y se prevé que emerja del análisis del gráfico cartesiano construido demostrativamente en pizarrón. A continuación se proyecta la explicitación y escritura del enunciado algorítmico para el concepto de densidad vinculándolo especialmente al enunciado oracional. A pesar de planificarse el abordaje en estas primeras clases de todas las representaciones semióticas seleccionadas para la unidad la planificación jerarquiza la construcción y el tratamiento de la tabla de datos por sobre estas representaciones.

Clases tres y cuatro.

En estas intervenciones se planifica el enunciado oracional luego de la representación gráfica, como conclusión del análisis de la misma, complementándolo con el enunciado algorítmico y enunciado oracional. El gráfico cartesiano se jerarquiza en la planificación de ambas clases por sobre las otras dos representaciones seleccionadas para estas intervenciones.

Clases cinco y seis.

En la planificación de estas clases no se proyecta el trabajo con enunciados oracionales del concepto de densidad, siendo sustituido en todos los casos por el enunciado algorítmico.

A2- Conversiones de representaciones semióticas planificadas (ver Anexo 2 tabla N°5).

Las conversiones planificadas presentan en las planificaciones de clase de la docente uno una secuencia fija: inicia con tabla de datos, a partir de ella promueve la construcción de gráfico cartesiano y luego del análisis de éste enuncia el concepto de densidad (primero como

enunciado oracional y luego como enunciado algebraico). Sólo al momento de proponer evaluaciones finales promueve la conversión entre tabla de datos y enunciado algebraico.

- Conversión tabla de datos a gráfico cartesiano. Constituye la principal conversión planificada. Se planifica destinar la mayor cantidad de tiempo disponible de clase para realizar esta conversión. La construcción del gráfico a partir de la tabla de datos es expresada en los objetivos de clase así como también en los contenidos procedimentales seleccionados.

- Primero realiza una explicitación de los elementos fundamentales de la tabla: columnas, variables y tipo de variable (dependiente e independiente, asociando esta clasificación al fenómeno inicial). Las tablas de datos se abordan luego con una lectura global y un breve análisis entre las variables. Cuando se planifica la conversión de la tabla a gráfico se proyecta explicitar incongruencia sólo para los ejes y la escala de representación. Inmediatamente se propone trabajar desde elementos congruentes: variables dependiente e independiente y registro de valores. El trazado de la curva del gráfico se planifica sin realizar explicitación del significado o características del mismo.

- Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional. A pesar de que esta conversión es incongruente, la docente planifica jerarquizar aquí la correspondencia entre las variables del gráfico, el valor de su pendiente y los tres conceptos presentes en la definición de densidad: masa, volumen y densidad.

- Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico: esta conversión se planifica exclusivamente en base a congruencia, convirtiendo palabras a símbolos ya conocidos por los estudiantes (masa a  $m$ , volumen a  $V$  y densidad a  $d$ ).

A3- Actividades de enseñanza (ver Anexo 2 Tabla N°7).

Clases uno y dos.

Actividad de inicio y de introducción de nuevas variables: consiste en la explicitación de una situación experimental hipotética que permite presentar la tabla de datos. Esto se planifica desarrollar en base a actividades de construcción del conocimiento en forma interpersonal especialmente mediante diálogo didáctico guiado por la docente. El surgimiento del gráfico cartesiano y del enunciado oracional se prevé también como actividad de

introducción de nuevas variables pero desde la explicación docente. El abordaje del enunciado algebraico se visualiza como actividad de generalización guiada por la interrogación de la docente al gran grupo.

Clases tres y cuatro.

Estas intervenciones son planificadas desde actividades que promuevan la estructuración del conocimiento especialmente en forma grupal. La propuesta centra objetivos y contenidos en aspectos procedimentales, donde la construcción de la tabla de datos a partir de actividad experimental realizada en ese momento por estudiantes y la construcción del gráfico a partir de la tabla elaborada son las actividades de estructuración del conocimiento más jerarquizadas. La actividad de generalización seleccionada se basa en la conversión entre gráfico y enunciado oracional y luego enunciado algebraico.

Clases cinco y seis.

En esta planificación predominan las actividades de generalización, donde el concepto de densidad expresado fundamentalmente como enunciado algebraico se aplica a diferentes situaciones. Estas actividades expresadas como ejercicios promueven especialmente la conversión entre tablas de datos y enunciado algebraico exclusivamente desde la correspondencia de valores de variables.

Todo lo anteriormente expuesto guarda relación con lo que se representa en la red de análisis presentada en la ilustración 1, pudiendo apreciarse en ella en qué clases se planifica la formación de la representación y en cuáles de ellas su tratamiento. También se evidencia las conversiones entre representaciones que se planifican y las actividades de enseñanza que se diseñan asociadas a dicho proceso.



Clases uno y dos.

Esta representación surge como registro principal del estudio cuantitativo de un fenómeno en el laboratorio. A partir de las mediciones que realizan los estudiantes se elabora el registro de esos datos en una tabla. La construcción de la tabla es guiada por la docente y es reconocida fundamentalmente como contenido procedimental.

Clases tres y cuatro.

En la planificación de estas clases se prevé jerarquizar los elementos que constituyen la tabla de datos: columnas, variables, la clasificación de las mismas y su ubicación en la tabla. En estas intervenciones se planifica además una lectura de la tabla con análisis y predicción global de la variación entre variables.

Clases cinco y seis.

Se planifica entregar a los estudiantes tablas completas con todos sus datos a fin de resolver situaciones problema que involucran el concepto de densidad. Es a partir de los datos explicitados en las tablas que se pretende que cada estudiante realice cálculos del valor de densidad de distintas sustancias utilizando para ello el enunciado algebraico

Gráfico cartesiano. Esta representación se planifica para construirse en base los datos de tabla para masa y volumen que los y las estudiantes construyan a partir de su actividad en laboratorio. Se prevé su diagramación únicamente para el primer cuadrante. Se pretende lograr que la relación entre variables resulte representada por una línea recta y se explicita que se realizará cálculo de pendiente.

Clases uno y dos.

No se planifica abordaje de gráfico cartesiano en estas clases.

Clases tres y cuatro.

Para el trabajo con gráfico cartesiano en la segunda intervención se planifica la construcción del mismo a partir de los datos obtenidos experimentalmente en las clases uno y dos y registrados en una tabla de datos. En el plan de estas intervenciones se reconoce jerarquización de la construcción y del tratamiento de esta representación semiótica.

Clases cinco y seis.

En estas intervenciones el gráfico cartesiano aparece ya construido (es entregado por la docente) como fuente de datos para la resolución de ejercicios y problemas. Se pretende promover en el estudiantado el tratamiento de la representación y su conversión a enunciado oracional o enunciado algebraico.

Enunciado oracional y enunciado algorítmico. El enunciado oracional que se planifica para la clase cuatro y se mantiene a lo largo del resto de la unidad. Es expresado en forma afirmativa como: “La densidad es una propiedad intensiva y característica de una sustancia que resulta de la relación entre su masa y su volumen”. El enunciado algorítmico se expresa como igualdad entre el símbolo de densidad ( $d$ ) y el cociente entre masa y volumen ( $m / V$ ).

Clases uno y dos

El enunciado oracional del concepto de densidad no es planificado para ser abordado en estas clases. Tampoco es planificado el abordaje del enunciado algorítmico en estas intervenciones.

Clases tres y cuatro.

En estas planificaciones aparece el enunciado oracional del concepto de densidad como conclusión del análisis de la pendiente del gráfico elaborado. Si bien el cálculo de pendiente se vincula más estrechamente al enunciado algorítmico, este se planifica para abordar luego de trabajado el oracional.

Clases cinco y seis.

En la planificación de estas clases no se proyecta el trabajo con enunciados oracionales del concepto de densidad, siendo sustituido en todos los casos por el enunciado algorítmico.

A2- Conversiones de representaciones semióticas (ver Anexo 2 tabla N°5).

Al igual que en el caso de la docente uno se aprecia una secuencia de conversiones: inicia con tabla de datos, a partir de ella promueve la construcción de gráfico cartesiano y luego del análisis de éste enuncia el concepto de densidad (primero como enunciado

oracional y luego como enunciado algebraico). Sólo al momento de proponer evaluaciones finales dicha secuencia presenta variaciones.

-Conversión tabla de datos a gráfico cartesiano. Esta conversión es expresada en los objetivos de clase así como también en los contenidos procedimentales seleccionados. Primero retoma la enumeración de los elementos fundamentales de la tabla: columnas, variables y tipo de variable (dependiente e independiente, asociando esta clasificación al fenómeno inicial). Propone un análisis global de variación entre valores de las variables. Presenta al gráfico cartesiano como otra forma de expresión de los datos obtenidos pero que permitirá visualizar mejor las relaciones entre ellos. Aclara la presencia de elementos no congruentes: ejes, cuadrantes y curva pero el énfasis es planificado en los elementos de correspondencia con la tabla de datos.

- Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional: en este caso se jerarquiza la correspondencia entre las variables del gráfico, el valor de su pendiente y los tres conceptos presentes en la definición de densidad: masa, volumen y densidad.

- Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico. La planificación de esta conversión es realizada en base a la congruencia entre representaciones: palabras a símbolos ya conocidos por los estudiantes (masa a  $m$ , volumen a  $V$  y densidad a  $d$ ).

A3- Actividades de enseñanza, (ver Anexo 2 Tabla N°7).

Clases uno y dos.

En esta planificación la actividad predominante es la introducción de nuevas variables, en este caso: la tabla de datos. La tabla surge a partir de la propuesta de actividad de percepción de hecho en forma directa y materializada dado que se construye a partir de la experimentación real. El trabajo en equipos de estudiantes permite reconocer la planificación actividad de construcción de conocimiento en forma interpersonal.

Clases tres y cuatro.

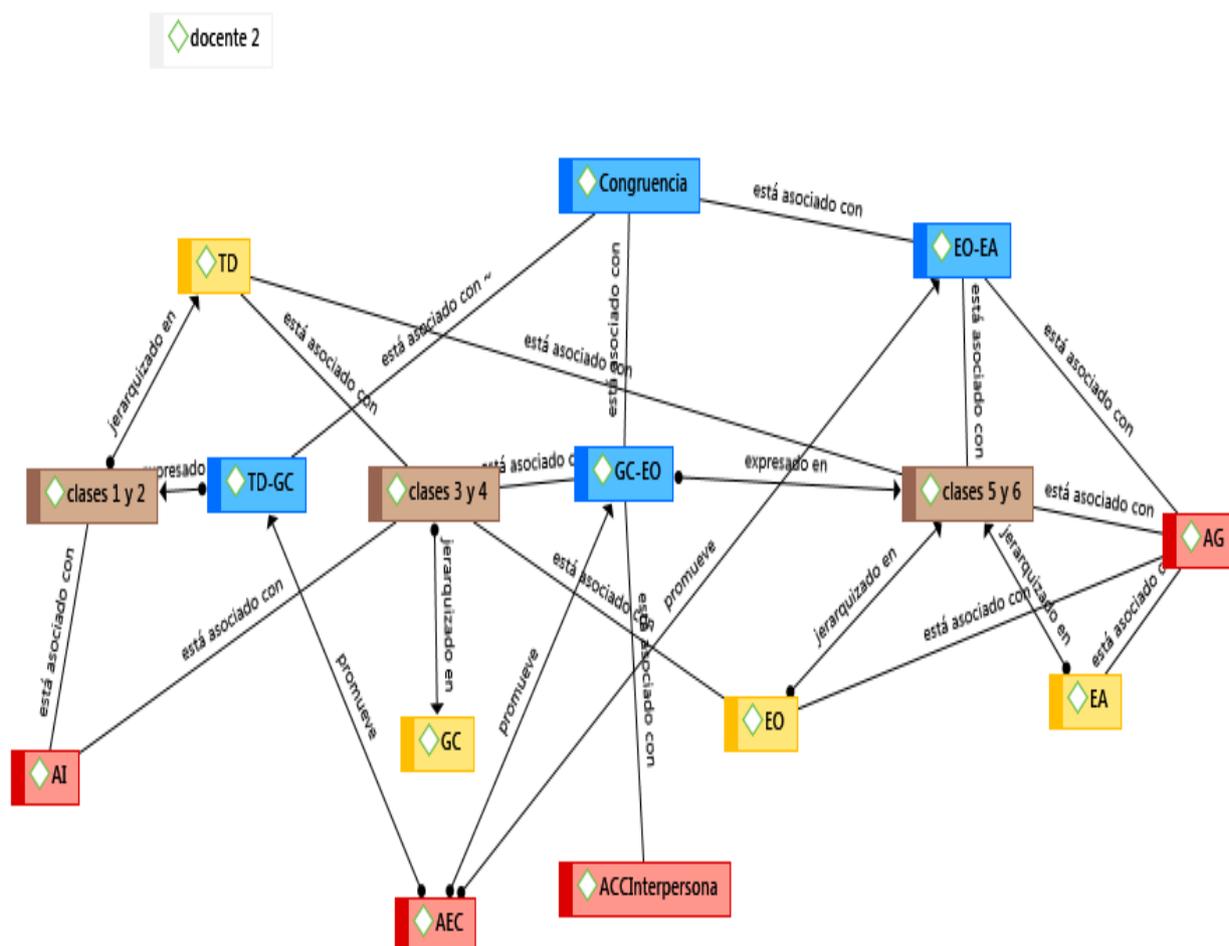
En estas intervenciones la actividad de introducción de nueva variable se asocia al gráfico cartesiano, al enunciado oracional y al enunciado algebraico y se desarrolla junto a actividades de construcción del conocimiento en forma interpersonal. Si bien el surgimiento

del enunciado oracional y el algebraico pueden asociarse a actividad de generalización, la jerarquización que de ellos pretende realizar la docente permite reconocer su presentación enmarcada en actividad de introducción de nueva variable. A medida que se abordan estas dos últimas representaciones el trabajo con la tabla de datos y el gráfico se realiza como actividades de estructuración del conocimiento.

Clases cinco y seis.

Para estas clases la planificación presenta actividades de estructuración del conocimiento ligadas a actividades de generalización. Las conversiones no se explicitan en objetivos ni en contenidos. A pesar de ello, en la secuencia didáctica explicitada la conversión entre representaciones es lo que se pretende que habilite a cada estudiante a resolver los ejercicios propuestos. Esto ocurre porque los datos necesarios para resolver el ejercicio o problema que se plantea se encuentran dados mediante una representación semiótica (generalmente tabla de datos o gráfico cartesiano) y la respuesta solicitada debe ser expresada mediante otra representación (generalmente enunciado algebraico u oracional)

Al igual que se realizó para el análisis de planificaciones de la docente uno, para la docente dos se elabora red de análisis de categorías y subcategorías conceptuales. La misma se visualiza en la ilustración 2 que se presenta a continuación:



**Ilustración 2: Análisis de planificaciones de clases de docente 2.**

Elaboración propia.

Fuente: Análisis de datos.

En la ilustración 2 pueden observarse las representaciones semióticas seleccionadas para ser enseñadas, en qué clases se planificó su presentación y su jerarquización, qué conversiones entre representaciones se proyectó trabajar y qué actividades de enseñanza se diseñaron para ello.

Docente tres. En las planificaciones correspondientes a la docente tres el análisis permite explicitar que:

A1- Las representaciones semióticas seleccionadas como contenidos de enseñanza y explicitadas en plan de unidad didáctica como en planes diarios de clase son las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracionales y algorítmicos. Seguidamente se explicita el análisis realizado para cada una de dichas representaciones en cada planificación de clase.

Tabla de datos. Esta representación se encuentra planificada en formato de dos columnas vinculando dos variables: en una primera instancia las variables no son relacionadas al tema densidad dado que se extraen sus valores de situaciones cotidianas. Luego de trabajar con las tablas más generales las variables que se seleccionan son masa y volumen correspondientes a situaciones de prácticas de laboratorio. . Las unidades de expresión de las magnitudes son gramo y centímetro cúbico. Se planifica trabajar con seis pares de valores.

Clases uno y dos.

Para abordar esta representación la docente planifica una actividad basada en un fenómeno cotidiano no científico. Se narra en un texto la variación del precio de un artículo de la cantina escolar a lo largo de seis meses. A partir de los datos del texto se elabora en forma conjunta en pizarrón la tabla de datos correspondiente a las variables tiempo y precio. Los elementos constituyentes de la tabla de datos se planifican para ser explicitados por la docente: columnas, filas, variables, dependencia e independencia. Pretende presentar luego diferentes ejemplos de tablas de datos extraídos de diarios vinculados a otros temas cotidianos. En ellos los y las estudiantes deben reconocer los elementos antes explicados. Para el desarrollo de las clases planifica una actividad práctica demostrativa, consistente en la determinación de la densidad de una sustancia a partir de la medición de masas y cálculos de volúmenes de diferentes cuerpos. Proyecta solicitar a cada estudiante que elabore en su cuaderno la tabla de datos correspondiente mientras se realizan las mediciones y cálculos.

Clases tres y cuatro.

Para estas intervenciones el tema explicitado es densidad. En la narración de la secuencia didáctica se evidencia que se retoma la tabla de datos para construir a partir de ella el gráfico cartesiano. Se pretende retomar lo trabajado en las clases previas sobre tabla de datos y a partir de allí abordar gráfico cartesiano, tanto su construcción como su tratamiento.

Clases cinco y seis.

Las tablas de datos en esta planificación son sustento para la resolución de situaciones problema y ejercicios vinculados al tema de clase. Se proyecta brindarlas al grupo de

estudiantes como fuente de datos para realizar cálculos o hacer predicciones vinculadas directamente al concepto de densidad.

Gráfico cartesiano. Esta representación se planificó asociado a dos intervenciones didácticas diferentes. En la primera de ellas la construcción se asocia a datos correspondientes a situaciones cotidianas jerarquizando de esta manera la formación de la representación. Para la segunda la formación se realiza en base los datos de tabla para masa y volumen y es en esta donde se jerarquiza, además de la formación, el tratamiento de la representación mencionada. Se prevé su diagramación únicamente para el primer cuadrante. Se pretende lograr que la la relación entre variables resulte representada por una línea recta.

Clases uno y dos.

No se planifica abordaje de gráfico cartesiano en estas clases.

Clases tres y cuatro.

El gráfico cartesiano en estas clases es planificado para ser presentado al grupo clase vinculado a la representación de los datos que se expresan en una tabla de datos. Se proyecta construir el gráfico correspondiente a la tabla de datos experimentales (no se utiliza la de datos de experiencia cotidiana). La docente pretende presentar los ejes y trabajar en ese momento la relación de estos con las variables de la tabla de datos, proseguir con los valores registrados para cada variable y abordar la selección de escala de representación. Posteriormente plantea la representación de los valores mencionados, la representación de la función y el trazado de curva correspondiente. Del gráfico se pretende calcular la pendiente, analizar su constancia y así concluir en la regularidad de la relación entre las variables abordando el concepto de densidad.

Clases cinco y seis.

Esta planificación presenta como objetivos la evaluación de los contenidos abordados en clases previas. La docente presenta repartido de ejercicios y problemas. En ellos se observa un gráfico cartesiano sobre el cual se realizan preguntas vinculadas al concepto de densidad.

Enunciado oracional y enunciado algorítmico. El enunciado oracional que se planifica para la clase cuatro y se mantiene a lo largo del resto de la unidad. Es expresado en forma afirmativa como: “La densidad de una sustancia es una propiedad que expresa la relación entre su masa y el volumen que ocupa”, planificándose también aclarar las unidades de expresión de la magnitud en el sistema internacional. El enunciado algorítmico que se planifica construir se expresa como igualdad entre el símbolo de densidad ( $d$ ) y el cociente entre masa y volumen ( $m / V$ ).

Clases uno y dos

En esta planificación el trabajo con enunciados oracionales vinculados a las tablas de datos que se presentan no se asocian a conversión semiótica del contenido de una representación a otra.

Clases tres y cuatro.

El enunciado oracional vinculado a conversión de representaciones que se planifica para estas clases resulta del análisis del gráfico. Se prevé enunciar alfabéticamente el concepto de densidad e inmediatamente se pretende presentar el enunciado algebraico.

Clases cinco y seis.

En estas clases se presentan los enunciados oracionales y algorítmicos como incógnitas a resolver en planteos de ejercicios y problemas.

A2- Conversiones de representaciones semióticas (ver Anexo 2 tabla N°5).

Al igual que en las planificaciones de las docentes uno y dos, se reconoce una secuencia en la conversión de representaciones que se inicia con tabla de datos y continúa con gráfico cartesiano para culminar con enunciados oracional y algebraico. Es en esta instancia de evaluación de aprendizajes donde esta secuencia presenta algunas variaciones, fundamentalmente de tabla de datos a enunciado algebraico.

- Conversión tabla de datos a gráfico cartesiano. Tanto en los objetivos planteados como en los contenidos procedimentales seleccionados la docente expresa en su planificación la enseñanza de esta conversión de representaciones. Prevé reconocer elementos fundamentales de tabla de datos construida desde lo experimental para luego establecer

correspondencias con el gráfico que se construya colectivamente. La docente planifica enumerar algunos de los elementos que no presenten correspondencia entre ambas representaciones: ejes, cuadrantes y escalas para luego centrar la actividad de enseñanza en la congruencia que exista. Dicha representación se prevé para ser construida por la docente en pizarrón con aportes del grupo de estudiantes a partir de las preguntas que ella formule.

- Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional. La conversión se realiza desde la exposición de correspondencia existente entre elementos del gráfico y del enunciado: variables del gráfico, el valor de su pendiente y los tres conceptos presentes en la definición de densidad: masa, volumen y densidad.

- Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico. La planificación de esta conversión permite reconocer que se realizará fundamentalmente desde la congruencia dada por la correspondencia existente entre conceptos, palabras y símbolos ya trabajados con anterioridad.

A3- Actividades de enseñanza, (ver Anexo 2 Tabla N°7).

Clases uno y dos.

La actividad de inicio se relaciona a actividad de introducción de nuevas variables, registrando datos dados por enunciados oracionales en lenguaje cotidiano (no científico) en una tabla de datos. Esta actividad se pretende desarrollar con base en construcción del conocimiento en forma interpersonal con énfasis en explicación y diálogo didáctico. La actividad de síntesis teórica se vincula a la enumeración de características y componentes fundamentales de la tabla de datos elaborada: columnas, variables (dependiente e independiente), unidades.

Clases tres y cuatro.

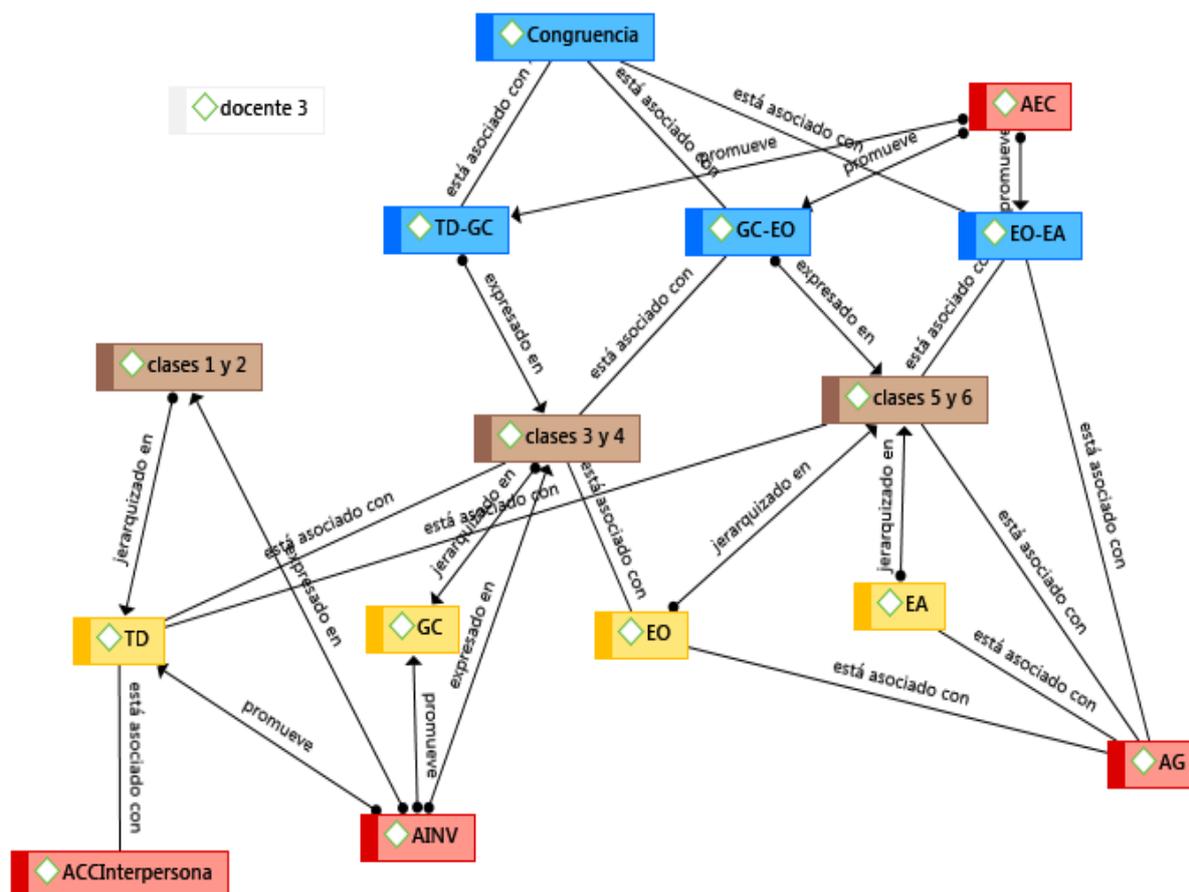
Para estas clases se planifica como actividad de inicio la puesta en común mediante diálogo didáctico de las características de una tabla de datos y se asocia la construcción de dicha representación al estudio experimental de un fenómeno. La actividad de introducción de nuevas variables se subdivide para abordar: gráfico cartesiano, concepto de densidad enunciado oracional (oral y escrito) y enunciado algebraico. La actividad de generalización se

planifica asociada al reconocimiento de la densidad como propiedad de las sustancias pero también se reconoce (aunque en el plan no aparece explicitado) la jerarquización de la conversión de representaciones en el sentido de tabla de datos a gráfico cartesiano y de este a enunciados oracionales y algebraicos.

Clases cinco y seis.

La planificación se centraliza en la evaluación de los contenidos abordados en clases anteriores, con propuesta de resolución de ejercicios a resolver en equipos de trabajo. Aunque no se explicita la conversión de representaciones en objetivos ni en contenidos de la planificación, esta resulta fundamental para que los estudiantes logren resolver la propuesta. Predomina la conversión de tabla de datos a enunciado algebraico. Como actividad de inicio se plantea la resolución colectiva en gran grupo del primer ejercicio planteado. Esto permitirá que la actividad de negociación de significados jerarquice los contenidos vinculados a las representaciones y concepto de densidad trabajados. Los restantes problemas y ejercicios constituyen actividades de jerarquización. Predominan en la planificación de estas intervenciones las actividades de estructuración del conocimiento en forma colectiva.

Todo lo que referido en párrafos anteriores respecto al análisis de las planificaciones de la docente 3 se puede visualizar esquemáticamente en la ilustración 3.



**Ilustración 3: Análisis de planificaciones de clases de docente 3**

Elaboración propia.

Fuente: Análisis de datos

### 3.1.3. Las entrevistas a docentes.

Docente uno.

#### A.1- Representaciones semióticas como contenido de enseñanza.

La docente reconoce a las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracionales y algorítmicos como contenidos de enseñanza:

(...) por supuesto el concepto de densidad y su fórmula.. pero también hay que enseñarles a hacer una tabla de valores, lo que es una variable, lo que significa dependiente e independiente. Hay que enseñar también a construir un gráfico. Se trabaja gráfica cartesiana.

En esta frase, puede observarse que la docente no sólo reconoce a las representaciones semióticas antes mencionadas como contenidos de enseñanza, sino que jerarquiza la

formación y el tratamiento de las tablas de datos y de los gráficos cartesianos. Estos procedimientos en el trabajo con gráfico cartesiano son más jerarquizados que para el resto de las representaciones. La docente manifiesta:

(...) lo más complicado para planificar es lo del gráfico cartesiano, les cuesta mucho (...), o sea hay que explicar varias cosas, lo que son los ejes, la escala, la curva... cómo trabajar el cálculo de pendiente y lo que realmente significa.

En esta expresión queda de manifiesto el reconocimiento de la docente respecto a la enseñanza de la formación y del tratamiento de la representación semiótica correspondiente al gráfico cartesiano

En relación a la secuencia de formación y tratamiento de las representaciones semióticas que selecciona para la enseñanza explica cómo los secuencia: tablas de datos, gráfico, enunciado oracional y por último enunciado algebraico. Jerarquiza en su discurso especialmente las tablas de datos y los enunciados algebraicos.

A.2- Conversiones de representaciones semióticas, (ver Anexo 2 Tabla N° 6).

-Conversión tabla de datos a gráfico cartesiano. Esta conversión no es vista como necesaria por la docente para lograr la expresión del concepto de densidad, sin embargo reconoce su importancia para temas posteriores y la explicitación como contenido de enseñanza en el programa vigente del curso. Al expresar en la entrevista:

(..) han visto alguna vez gráfico, pero no saben cómo se construye. Trato de hacer que vean cómo los valores de la tabla se ubican en los ejes, cómo las variables que tienen cada una columna en la tabla, tienen cada una un eje determinado para expresar sus valores.

evidencia que centraliza la conversión en la correspondencia entre las unidades constituyentes de las representaciones: columnas de tabla con ejes de gráfico, variables de tabla con variables de gráfico. A pesar de reconocer que enseña la conversión mencionada no evidencia reconocimiento de la conversión como contenido de enseñanza, sino que parece jerarquizar la enseñanza de cada representación por sobre o con independencia de la conversión entre las mismas.

- Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional. La docente no evidencia reconocer esta conversión como contenido de enseñanza por su significación a nivel cognitivo en el proceso de aprendizaje, sino que el reconocimiento es realizado por ser contenido prescrito en el programa de curso. A pesar de ello, reconoce realizarla mediante

explicación basada especialmente en los elementos de correspondencia entre ambas representaciones. La principal correspondencia es el nombre de las variables que vinculan ambas representaciones.

- Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico. Se explicita en la entrevista que esta conversión es considerada como más sencilla respecto a las demás. Basa el proceso exclusivamente en la congruencia existente entre ambas dada la correlación entre palabras del lenguaje científico que se utilizan en el enunciado oracional y los símbolos que se emplean en el enunciado algebraico.

- Conversión tabla de datos enunciado oracional y/o algebraico. Esta conversión es mencionada por la docente como posible y hasta más sencilla para favorecer la comprensión de los estudiantes. aunque explicita no jerarquizarla o promoverla dado que el programa de curso sugiere que el enunciado oracional y algebraico se desprenda del análisis gráfico.

#### A-3 Actividades de enseñanza, (ver Anexo 2 Tabla N° 7).

Para la abordar de la tabla de datos plantea como actividad de inicio que permita la introducción de esta nueva variable a la narración del estudio experimental de un fenómeno. La construcción del conocimiento de esta representación es realizada a través de actividad interpersonal basada en la explicación docente y se propone como actividad de estructuración del conocimiento la elaboración de una nueva tabla, vinculada a la realización de actividad experimental (actividad de construcción del conocimiento en forma materializada) y en equipos de trabajo (actividad de construcción del conocimiento en forma interpersonal). La tabla de datos se convierte así en punto de partida para mediante actividad de introducción de nueva variable abordar la construcción del gráfico cartesiano. Esta actividad también se realiza en base a la construcción interpersonal con énfasis en la explicación docente. La misma actividad se utiliza para enseñar la conversión entre gráfico cartesiano y enunciados oracional y algebraico. Las actividades de generalización se asocian especialmente al planteo de ejercicios y problemas que vinculan las tablas de datos a los enunciados mencionados del concepto de densidad.

Docente dos.

#### A.1- Representaciones semióticas como contenido de enseñanza.

Esta docente reconoce en la entrevista como contenidos de enseñanza a las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracionales y algebraicos. Reconoce además diferentes categorizaciones de contenidos asociados a las representaciones. Por ejemplo a la tabla de datos la visualiza desde los contenidos conceptuales de lo que es una tabla de datos y sus elementos constituyentes y desde lo procedimental jerarquizando su construcción y análisis. Lo mismo explicita para el gráfico cartesiano, reconociendo desde lo conceptual a la propia representación (como otra forma de expresar las relaciones entre dos variables), a los elementos más significativos que la constituyen (ejes, cuadrantes, curva). La construcción gráfico es destacada en su discurso como contenido procedimental. El enunciado oracional de densidad se asocia especialmente a contenido conceptual.

#### A.2- Conversiones de representaciones semióticas, (ver Anexo 2 Tabla N° 6).

La docente explicita que realiza conversiones, aclarando además entre qué representaciones las realiza y en qué orden lo hace.

- Conversión tabla de datos a gráfico cartesiano. A esta conversión se le dedica especial atención. La docente jerarquiza la importancia que el trabajo con gráficos cartesianos presentes especialmente en cursos posteriores y en la vida cotidiana. Cuando afirma:

(...) armamos así una tabla de datos. Por supuesto que conversamos bastante de lo que es una variable dependiente y una independiente y por qué se llaman así. Y en qué columna las escribimos y todo eso. Después construimos el gráfico cartesiano... ahí se te va bastante tiempo... tenés que dedicarle bastante tiempo a eso... porque tenés que hacer que recuerden lo que trabajaron de tabla y asociarlo con lo que se representa en el gráfico.

explicita que dedica tiempo al reconocimiento de la representación y a los elementos de correspondencia y de no correspondencia que existen entre esta y la tabla de datos (no los expresa con la denominación correspondencia - no correspondencia sino como elementos similares y diferentes). También se evidencia que realiza la construcción y el análisis en forma colectiva, promoviendo la explicación y el diálogo didáctico.

- Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional. Esta conversión es asociada por la docente al tratamiento del gráfico y a la elaboración de conclusiones. Explica

que mediante preguntas dirige la atención del grupo de estudiantes a los aspectos que desea analizar y registra las respuestas como conclusiones pudiendo así explicitar el concepto de densidad. En este punto la docente evidencia preocupación respecto a obstáculos de aprendizaje al afirmar que:

Hacemos colectivamente el cálculo de la pendiente. Sinceramente creo que en este punto se pierden, que no logran entender qué se está calculando, pero lo importante es que se dan cuenta que es un valor bastante constante y ahí definimos densidad.

Los obstáculos que percibe pueden vincularse al tratamiento de la representación semiótica (cálculo de la pendiente) y a la incongruencia de la conversión que implica el pasaje de un gráfico cartesiano a un enunciado oracional. Al mismo tiempo se observa la no jerarquización de la enseñanza de la conversión entre representaciones.

- Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico. Esta conversión es reconocida desde la relación símbolo-símbolo. La palabra del lenguaje científico es sustituida por el símbolo científico correspondiente: masa por  $m$ , volumen por  $V$ , relación por el cociente.

### A.3 Actividades de enseñanza, (ver Anexo 2 Tabla N° 7).

La docente expresa que tanto la tabla de datos como el gráfico cartesiano son introducidos como nuevos conceptos y procedimientos, lo que permite vincular su abordaje inicial a actividades de introducción de nuevas variables. Para el caso de la tabla, la actividad se vincula al registro de datos del estudio experimental de un fenómeno y para el gráfico cartesiano a la necesidad de representar la relación entre variables. La estructuración del conocimiento para ambas representaciones y su conversión se realiza fundamentalmente con actividades de generalización al finalizar las distintas intervenciones didácticas. Para los enunciados oracional y algebraico se reconoce que su introducción se realiza con actividades que permiten la síntesis teórica y su estructuración se realiza en base a actividades de generalización expresadas en repartido de ejercicios y problemas.

Docente tres.

A.1- Representaciones semióticas como contenido de enseñanza. En la entrevista de esta docente se reconocen como contenidos de enseñanza a las siguientes representaciones: tabla de datos, gráfico cartesiano, enunciado oracional y enunciado algebraico. A diferencia de las otras docentes en este caso existe un reconocimiento de las representaciones semióticas

como objeto de estudio y de enseñanza que trascienden al tema densidad cuando la docente expresa:

hay contenidos no tan específicos del tema pero sí de las ciencias naturales o experimentales: enseñar a registrar en tablas de datos lo que mide experimentalmente, la construcción de gráficos y su lectura e interpretación y unido a esto la elaboración de preguntas a esa información y de respuestas que por ejemplo un gráfico nos puede dar.

Lo anteriormente citado también evidencia que tanto las tablas de datos como el gráfico cartesiano son visualizadas por la docente tanto como contenidos conceptuales como vinculadas a procedimientos a enseñar. Los enunciados oracional y algebraico son reconocidos con énfasis como contenidos conceptuales. Esta docente explicita su decisión de abordar la construcción de una tabla de datos que relacione variables no científicas a fin de no introducir otros obstáculos más allá que los que la propia representación pueda tener. Esta decisión apunta jerarquizar la formación de la representación semiótica (tabla de datos) como objeto de estudio (y por lo tanto de enseñanza y de aprendizaje) más allá de los contenidos específicos correspondientes a la unidad didáctica.

Resulta significativo el reconocimiento que la docente realiza de las representaciones semióticas en cuanto a su importancia en la comunicación social más allá del aula cuando manifiesta:

El desafío es que comprendan esa forma de sistematizar información, que la contiene pero no solo eso, sino que la relaciona y que me habilita a crear nueva información que puedo comunicar de otra forma.

Lo anterior podría indicar un reconocimiento no sólo hacia la importancia de visualizar a las representaciones semióticas como contenidos a ser enseñados y aprendidos sino también como elementos importantes para la comunicación y transformación de información.

A.2- Conversiones de representaciones semióticas, (ver Anexo 2 Tabla N° 6).

- Conversión tabla de datos a gráfico cartesiano. La conversión es introducida como necesidad de expresar y visualizar la relación entre las variaciones de variables dependiente e independiente. Explicita que se esfuerza por conceptualizar a ambas representaciones para luego describirlas y luego convertir una en otra. Si bien reconoce que la conversión inversa es posible no la visualiza como significativa para la enseñanza en este tema y en este nivel. Antes de realizar la conversión conceptualiza gráfico cartesiano y describe elementos no

congruentes con la tabla de datos. Luego aborda la congruencia entre tabla y gráfico especialmente la correspondencia que existe entre las variables y sus valores.

- Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional. Esta conversión es reconocida por la docente vinculada a la interpretación de gráfico y dentro de ese proceso lo asocia especialmente a la elaboración de conclusiones que resultan del planteo de preguntas guías que promueven el reconocimiento de elementos correspondientes: nombres de las variables en una y otra representación. El enunciado oracional es jerarquizado como contenido conceptual pero su construcción es trabajada como procedimiento vinculada a la conversión global.

- Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico. Esta conversión se reconoce que es realizada de inmediato a que se enuncia oracionalmente en forma escrita el concepto. La conversión es símbolo a símbolo

#### A.3- Actividades de enseñanza, (ver Anexo 2 Tabla N° 7).

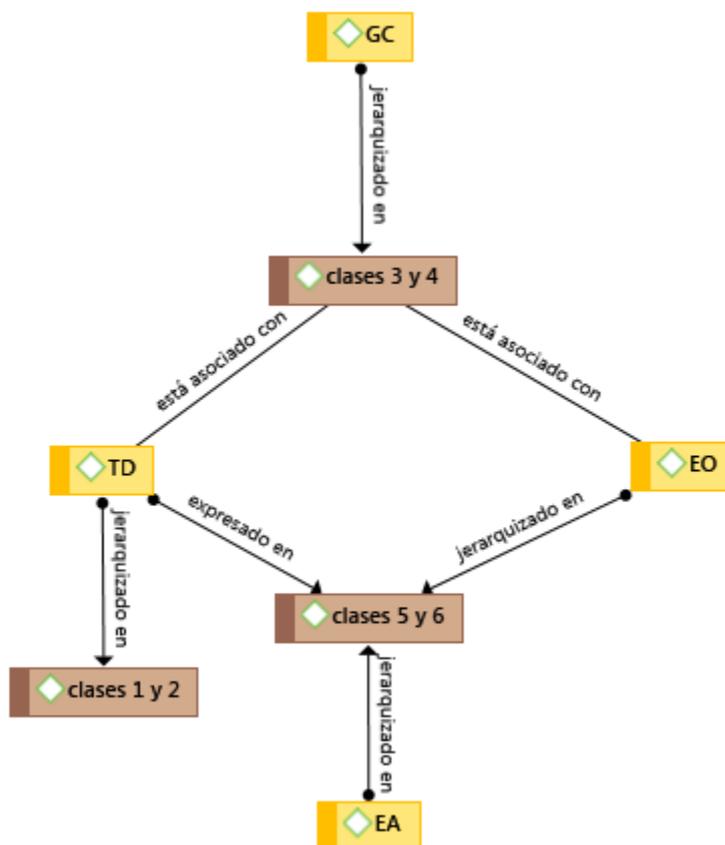
Las cuatro representaciones semióticas que se seleccionan para trabajar son abordadas desde actividades de introducción de nuevas variables. Se reconoce que en forma independiente se realiza una síntesis teórica y generalización para cada una de las representaciones abordadas, esto indica una jerarquización de la formación y posiblemente del tratamiento de la representación. La conversión de representaciones semióticas se asocia a actividades de estructuración del conocimiento en forma interpersonal trabajadas desde la explicación de la docente y la promoción del diálogo didáctico. La estructuración individual se realiza especialmente unida a actividades de generalización que se planifican para las clases finales de la unidad didáctica.

### 3.2 Principales tendencias

3.2.1. Representaciones semióticas seleccionadas para la enseñanza y vinculaciones entre ellas.

- En todas las planificaciones de las docentes de la muestra, así como también en sus entrevistas, emergen como representaciones semióticas seleccionadas para la enseñanza de la unidad didáctica las tablas de datos de dos variables, los gráficos cartesianos, enunciados

oracionales verbales (orales y escritos) y enunciado algebraico del concepto de densidad. La ilustración 4 que se presenta a continuación permite visualizar esta tendencia.



**Ilustración 4: tendencias generales de selección de las representaciones semióticas como contenidos por clase**  
**Elaboración propia.**  
**Fuente: análisis de datos**

En la imagen mencionada se evidencia la selección de representaciones semióticas como contenidos de enseñanza que realizan las docentes en las planificaciones de sus clases y se visualiza también en qué clase se planifica el abordaje de la representación elegida. En las dos primeras clases predominan las tablas de datos, mientras que los gráficos cartesianos y los enunciados oracionales se seleccionan para las clases tres y cuatro planificando la representación algebraica o su jerarquización para las clases finales de la unidad didáctica.

- Las representaciones semióticas son reconocidas explícitamente como contenidos de enseñanza por la totalidad de las docentes en las entrevistas, pero no así en las planificaciones de clases. En ellas se evidencia su reconocimiento como contenidos de enseñanza en la

secuencia didáctica que se explicita. Su selección como contenidos se vincula a la explicitación de las mismas en el programa de curso, lo que puede significar que la opción docente por estos contenidos responde, más allá de una opción didáctica, a un currículo pre establecido. A pesar de ello, las docentes de la muestra reconocen en las entrevistas la importancia de considerar las tablas de datos, los gráficos cartesianos y los enunciados oracional y algorítmico para realizar una correcta enseñanza del tema densidad.

- Las tablas de datos seleccionadas para trabajar vinculan dos variables: dependiente e independiente, las cuales presentan una relación de proporcionalidad directa. En las planificaciones de las docentes 1 y 3 las primeras tablas ya contienen las variables de masa y volumen (concepción técnica de las mismas) mientras que en la planificación de la docente restante la primera tabla de datos trabajada en clase presenta como variables conceptos de la vida cotidiana. Las tablas de datos se presentan en la mayoría de las planificaciones de las 18 clases analizadas pero su jerarquización como contenido varía de una a la otra, oscilando desde constituirse como contenido central de enseñanza hasta como conocimiento previo necesario para la resolución de problemas o ejercicios. Las tres docentes dedican tiempo en la planificación de su primera clase al reconocimiento de los elementos fundamentales que constituyen las tablas de datos, tal como la docente uno planifica una presentación explícita de elementos como columnas, variables, tipo de variable, unidades de expresión.

- Los gráficos cartesianos referidos en los planes de clase así como también en las entrevistas son construcciones de puntos en el primer cuadrante a partir de los pares de valores presentados en las tablas de datos y originan rectas de pendiente positiva. Esto se observa en los planes de la totalidad de las docentes. Al igual que sucede en las planificaciones de abordaje primario de las tablas de datos, también se planifica la explicitación de los elementos que conforman al gráfico cartesiano. Sin embargo, los elementos seleccionados para explicitar no son idénticos. La docente uno jerarquiza únicamente los elementos congruentes del gráfico con la tabla de datos mientras que las demás docentes planifican la explicitación tanto de elementos congruentes como no congruentes entre tablas de datos y gráficos cartesianos (aunque la planificación resalta la congruencia).

- Los gráficos cartesianos no son seleccionados como contenidos conceptuales, sino que es su construcción lo que surge en las planificaciones y en las entrevistas como contenido procedimental. A pesar de ello, en la redacción de la secuencia didáctica planificada cada docente otorga tiempo para su tratamiento conceptual. La diferencia en la selección de este contenido de enseñanza al comparar las docentes de la muestra radica en la temporalización otorgada. Mientras que la docente uno selecciona la construcción del gráfico cartesiano y la descripción de la congruencia con las tablas de datos (correspondencia en elementos constituyentes) como contenidos de enseñanza desde la primera clase de la unidad, las docentes dos y tres presentan la construcción del gráfico cartesiano como contenido a partir de la segunda o tercera clase.

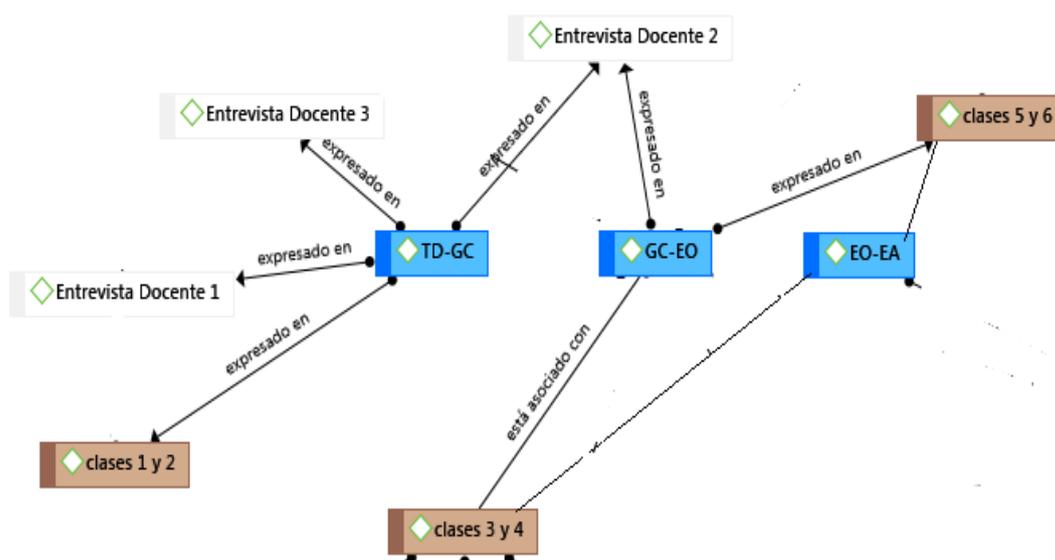
- Las tablas de datos y los gráficos cartesianos son planificados para describirse desde elementos constituyentes al momento de su presentación a los grupos de estudiantes.

- Los enunciados oracionales y algorítmicos vinculados al tema de la unidad didáctica (densidad) constituyen el contenido de enseñanza que presenta mayores diferencias entre las planificaciones de las docentes de la muestra. Aunque la docente uno planifica su abordaje tanto oral como escrito desde la primera clase, presentando el enunciado oracional como conclusión del análisis del gráfico y al enunciado algorítmico inmediatamente después, es recién en las clases tres y cuatro donde les otorga jerarquía en el proceso de enseñanza. La docente dos planifica al enunciado oracional como contenido de la cuarta intervención, abordándolo como conclusión del análisis gráfico con cálculo de la pendiente. Dicho cálculo permite enunciar el concepto de densidad como oración verbal y posteriormente como algoritmo. La docente tres lo visualiza como contenido de enseñanza recién al cierre de la cuarta clase jerarquizando al enunciado algebraico por sobre el verbal dado que se planifica el registro escrito del primero pero no del segundo (aunque el enunciado oracional del concepto se verbalice oralmente antes que el registro escrito del algoritmo)

### 3.2.2. Planificación de enseñanza de conversiones de representaciones

La totalidad de las docentes integrantes de la muestra planifica enseñanza de la conversión de representaciones semióticas, (ver Anexo 2 Tabla N°6). Esto se asocia tanto a los indicadores de logro que se señalan en el programa correspondiente al curso como a los planes de clase que elaboran y a lo que expresan en las entrevistas. A pesar de ello se evidencian diferencias entre las docentes de la muestra.

En las planificaciones por unidad didáctica y de clases no todas las docentes de la muestra reconocen la conversión de representaciones semióticas dentro de objetivos o contenidos en forma explícita, pero sí se evidencia en la secuencia didáctica narrada. Dos de las docentes señalan como contenido procedimental a la construcción de gráfico a partir de la tabla de datos, y sólo una de ellas prevé declarativamente en su plan de clase la enseñanza de esta conversión en objetivos. A pesar de esto, en las entrevistas, todas las docentes describen cómo, para abordar cada una de las representaciones semióticas específicas de la unidad, apelan a explicitar la conversión. La ilustración 5 evidencia este hecho ya sea en las planificaciones de clases como en las entrevistas.



**Ilustración 5: Conversiones entre representaciones semióticas explicitadas como contenidos de enseñanza**

**Elaboración propia**

**Fuente: Análisis de datos**

La conversión durante el proceso de enseñanza se planifica con una secuencia reiterada: tabla de datos a gráfico cartesiano, luego de gráfico cartesiano a enunciado oracional y posteriormente este último se convierte a enunciado algebraico. En todas las planificaciones de las docentes de la muestra se observa esta secuencia, sin embargo, la jerarquización en tiempo y tratamiento de las conversiones mencionadas presenta diferencias entre las docentes. Mientras que la docente uno durante las clases uno y dos planifica el abordaje de las cuatro representaciones semióticas específicas del tema (tabla de datos, gráfico cartesiano, enunciado oracional verbal del concepto de densidad y enunciado algebraico del mismo), las restantes docentes destinan más tiempo su abordaje. Por ejemplo,

la docente dos enfatiza en su primera clase la tabla de datos que involucra las variables de masa y volumen así como la construcción del gráfico correspondiente, mientras que la docente tres aborda las mismas representaciones pero sostenidas por variables no vinculadas al tema de la unidad. En las entrevistas, cada docente fundamenta esta secuencia y jerarquización de contenidos, lo que permite inferir que lo planificado (especialmente en las secuencias didácticas de las intervenciones) es resultado de un proceso reflexivo de las docentes.

La secuencia de abordaje de las representaciones que se analiza en el punto anterior es ratificada por las docentes en las entrevistas. Todas las participantes de la muestra expresan que sería posible planificar la enseñanza de los contenidos de la unidad didáctica con otro orden, pero consideran que el diseñado facilita los procesos de aprendizaje en mayor medida.

Si bien la construcción e interpretación del gráfico se explicitan como contenidos procedimentales y en algún caso vinculado a objetivos, sólo una docente establece cuál sería la representación inicial de la cual se partiría para promover dichos procesos. Esto permitiría inferir que el proceso de conversión no se planifica como contenido de enseñanza, sino que resultaría un contenido anexo o emergente para poder abordar la representación en sí misma.

La planificación de explicitación de la conversión a los estudiantes es escasa o nula. Esto emerge tanto de los planes de clase como de las entrevistas de la totalidad de las docentes de la muestra. Parece no ser significativo para las docentes hacer explícito al estudiantado el proceso de conversión entre una y otra representación, sino que por el contrario, promueven en los y las alumnas la vivencia colectiva guiada de convertir una representación en otra pero haciendo foco en la representación semiótica de partida y en la de llegada.

3.2.3. Actividades de enseñanza planificadas para promover el abordaje de diferentes representaciones semióticas y conversión entre ellas.

Las actividades que se planifican vinculadas a la enseñanza de la conversión resultan variadas. Entre las planificaciones de diferentes docentes existen coincidencias y algunas diferencias, (ver Anexo 2 Tabla N° 7).

Las actividades de inicio de clase que se planifican por parte de las docentes de la muestra se asocian al comienzo de la unidad a la introducción de nuevas variables. La docente uno plantea una situación experimental hipotética, la docente dos planifica realizar una actividad experimental y la docente tres plantea un problema vinculado a la vida cotidiana. De las tres actividades se prevé el surgimiento de variables, valores de las mismas y su registro en tabla de datos de dos columnas.

Las tablas de datos y los gráficos cartesianos son abordados inicialmente desde actividades de introducción de nuevas variables mientras que los enunciados oracionales y algebraicos son introducidos con actividades de síntesis teórica y de generalización. Si bien esto es común a todas las planificaciones de las docentes de la muestra la diferencia radica en los conceptos que son involucrados en las actividades de introducción de nuevas variables. Mientras que las docentes 1 y 2 introducen las tablas de datos y los gráficos cartesianos tomando como variables a conceptos específicos vinculados al tema densidad (como son la masa y el volumen de un sistema), la docente tres introduce dichas representaciones semióticas, pero con variables utilizadas en la vida cotidiana (precio de alimentos y tiempo). La coincidencia radica en partir de hechos observables para abordar las representaciones.

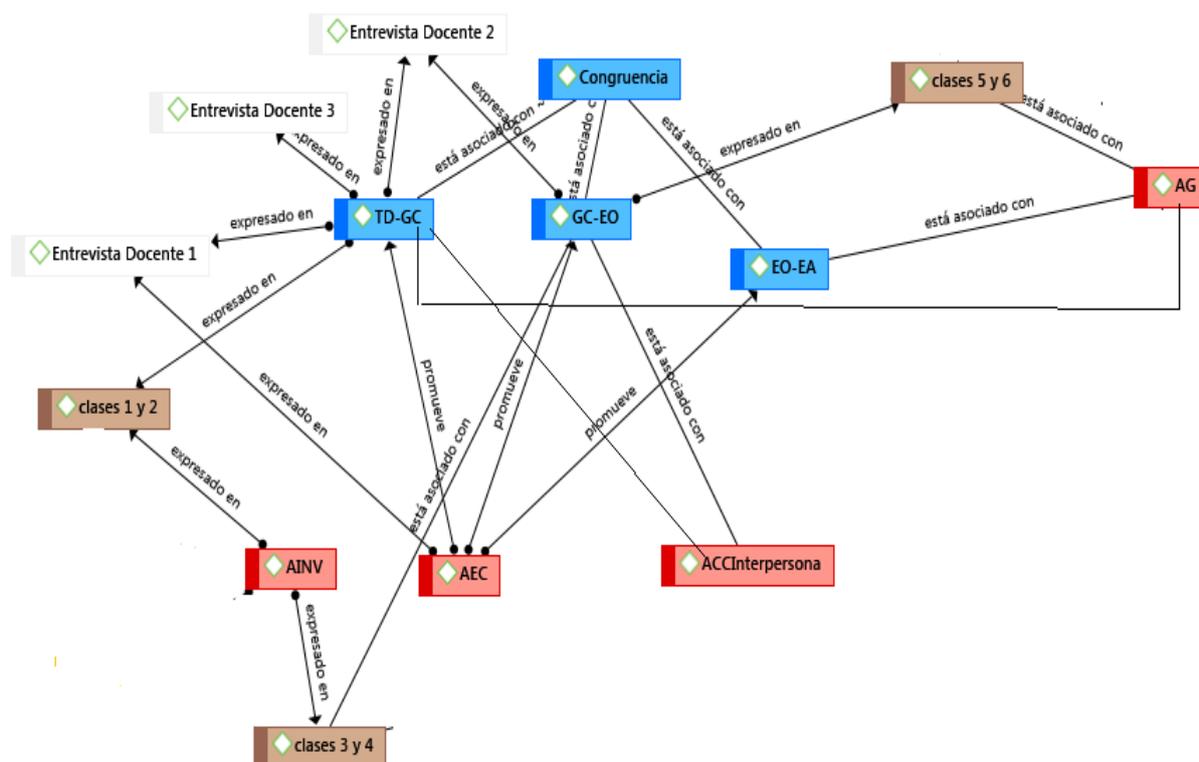
Las actividades de introducción de nuevas variables parten de conceptos y procedimientos conocidos y familiares al grupo de estudiantes, ya sean conceptos científicos o cotidianos como son los conceptos de sustancia o material, propiedades de una sustancia, masa y volumen, procesos de medición y determinación de la masa y del volumen, unidades para la expresión de los mismos. Todos ellos se abordan en unidades didácticas anteriores. Esto se observa tanto en las planificaciones de clase de todas las docentes de la muestra como en sus entrevistas.

Para todas las representaciones se plantean actividades de estructuración del conocimiento que coinciden con actividades de generalización. Al finalizar la unidad didáctica se aprecia un interés docente especial en promover la resolución de ejercicios y problemas que vinculan las distintas representaciones semióticas trabajadas con el concepto de densidad. A pesar de esa semejanza la docente uno jerarquiza la utilización del enunciado algebraico, las docentes dos y tres explicitan en la redacción de su secuencia didáctica que la resolución de los ejercicios y problemas propuestos tendrá como base la conversión de representaciones, dado que los datos se expresan en una representación y la respuesta se debe

construir o expresarse mediante otra. La diferencia entre ambas docentes radica en que la docente dos planifica conversión entre varias representaciones mientras que la docente tres jerarquiza la conversión tabla de datos a enunciado algebraico. Esto último resulta llamativo dado que esta conversión no fue trabajada en las diferentes intervenciones, sin embargo, dada la correspondencia de variables, símbolos que las representan y valores que toman en ambas representaciones esto no presentaría obstáculos, según lo expresado por la docente en la entrevista.

Las actividades de generalización planificadas difieren entre las clases en las cuales se aborda una nueva representación y aquellas últimas donde ya son conocidas por el grupo las cuatro representaciones semióticas seleccionadas. Para las primeras el foco seleccionado por todas las docentes no es la conversión sino cada representación en sí misma.

La ilustración 6 que corresponde a una sección de la red de análisis 3 (ver anexo 7) evidencia las relaciones entre las conversiones entre representaciones semióticas y actividades de enseñanza explicitadas en planificaciones y entrevistas.



**Ilustración 6: Actividades de enseñanza para la conversión de representaciones.**

**Elaboración propia.**

**Fuente: Análisis de datos.**

Las relaciones explicitadas en la imagen permiten reconocer que las conversiones entre tablas de datos y gráficos cartesianos se promueven desde actividades de estructuración del conocimiento en forma interpersonal y se tratan tanto mediante actividades de síntesis teórica como en actividades de generalización. Todas las docentes de la muestra planifican organizaciones sociales del grupo en pequeños equipos de trabajo, sosteniendo la tarea con guías presentadas a los estudiantes.

El establecimiento de correspondencias entre elementos que constituyen una representación y otra es la acción de abordaje principal de la conversión que surge conjuntamente con actividad de introducción de nueva variable (ver anexos 8, 9 y 10). Esta tendencia de tratar la conversión especialmente desde la congruencia se evidencia al:

a- Establecer vínculos entre los conocimientos anteriores al tema y datos expresados en tabla de datos.

b- Relacionar las variables de la tabla de datos y las variables del gráfico cartesiano, las columnas de la tabla y los ejes del gráfico, la constancia de pendiente y el valor de constante de una propiedad, el signo lingüístico del lenguaje científico con el símbolo científico que lo representa.

A pesar de que el surgimiento de esta conversión se da como actividad de introducción de nuevas variables durante la secuencia didáctica se sistematiza con actividades de construcción del conocimiento en forma interpersonal. Todas las docentes de la muestra planifican actividades en equipos de trabajo para que realicen conversión entre representaciones.

Las actividades de estructuración del conocimiento son planteadas desde actividades de síntesis teórica y actividades de generalización, vinculando explícitamente los conceptos y procesos asociados a las distintas representaciones

Los ejercicios y problemas que se plantean al grupo de estudiantes al final de la unidad como actividades de generalización se asocian a conversiones de representaciones para lograr resolver situaciones vinculadas a nuevos contextos del fenómeno que se plantea o estudia.

### 3.2.4. Estrategias de enseñanza.

En relación a las estrategias didácticas planificadas para la enseñanza de la conversión se observa que:

Con las actividades de inicio, fundamentalmente de introducción de nuevas variables, se presentan las tablas de datos y los gráficos cartesianos, construyendo, tal como plantean Onrubia (1999) y Quílez-Pardo (2016), un contexto intermental que permite a todos los actores dialogar e intervenir en diferentes situaciones planteadas. Todas las docentes de la muestra evidencian en sus planes de clase la intención de desarrollar diálogo didáctico con el grupo de estudiantes partiendo de conceptos ya conocidos.

Desde actividades experimentales se plantean actividades de estructuración del conocimiento en forma interpersonal, permitiendo la vinculación de lo conocido a una nueva situación. La totalidad de las docentes de la muestra atienden lo sugerido en el programa de curso respecto al tratamiento experimental del tema. Todas ellas planifican en diferentes momentos una actividad experimental vinculada a la determinación de la densidad de un sistema. Las docentes uno y tres planifican dicha intervención como tercera clase de la unidad didáctica mientras que la docente dos opta por iniciar la unidad en la primera clase con la experimentación.

Las actividades de generalización que las tres docentes plantean en su última clase están vinculadas a la conversión entre las representaciones semióticas trabajadas y permiten la reconceptualización de lo tratado y la aplicación de ello a nueva experiencia. Esto también coincide con la estrategia de promoción de resolución de problemas mediante discusión entre diferentes actores que proponen Caicedo, Valverde y Estupiñán (2017).

Desde las diferentes actividades se promueve la conversión de las representaciones semióticas tratadas reiterando características y elementos principales de las mismas y estimulando su construcción, (ver Anexo 3 ilustración 9). En dichas situaciones se observa la tendencia reiterada a promover la conversión de representaciones asociada en primer lugar al establecimiento de un lenguaje común entre docentes y estudiantes (ver Anexo 3 ilustración 13) y en segundo lugar a promover el uso de ese nuevo lenguaje aplicándolo a nuevas situaciones de enseñanza, (ver Anexo 3 ilustración 14). Esas nuevas situaciones de aplicación se presentan generalmente como situaciones problema, (ver Anexo 3 ilustración 15).

A pesar de la planificación de diversas actividades, para la totalidad de las clases que no son el cierre de unidad, emerge como constante una secuencia de conversión entre representaciones: tabla de datos se convierte a gráfico, el gráfico se convierte a conclusión en enunciado oracional y este último a enunciado algebraico.

Podría plantearse que la estrategia de enseñanza específica de conversión para la unidad didáctica seleccionada es la de establecimiento de correspondencias entre dos representaciones, más específicamente entre los elementos que las forman, buscando generar congruencia, tanto desde abordaje global como local y de relación símbolo- símbolo, (ver Anexo 3 ilustración 10, ilustración 11 e ilustración 12).

## Conclusiones

En esta sección se explicitan las conclusiones que emergen del análisis realizado en capítulo anterior. Las mismas se organizan atendiendo en primer lugar cuáles son las representaciones semióticas seleccionadas como contenidos de enseñanza, en segundo lugar, se hace referencia a actividades de enseñanza planificadas para enseñar la conversión entre dichas representaciones y en tercer lugar se abordan las estrategias de enseñanza que se planifican vinculadas a la conversión de representaciones semióticas.

En relación a la selección de representaciones semióticas como contenidos de enseñanza se reconoció que dicho proceso existió en forma explícita y fundamentada. Esta acción resultó importante dado que al realizarla se situaron a las representaciones semióticas como contenidos a ser enseñados y aprendidos y por ello fue necesaria la planificación de su enseñanza. Para la unidad didáctica de referencia las representaciones semióticas escogidas fueron: tabla de datos (de dos variables), gráfico cartesiano, enunciado oracional y enunciado algebraico.

La selección de las representaciones semióticas se vinculó estrechamente al estudio del fenómeno de la densidad de un sistema como propiedad y más concretamente se asocia al abordaje experimental de dicho concepto. En otras palabras, las representaciones seleccionadas fueron elegidas debido a que permitieron reunir los principales atributos del fenómeno a estudiar y sobre el cual teorizar: la densidad. Las tablas de datos y el gráfico cartesiano emergieron como representaciones semióticas seleccionadas dado que permiten interactuar con las propiedades del sistema y sus variaciones sin necesidad de la presencia experimental continua. Las cuatro representaciones semióticas presentes en los planes de clase son representaciones analógicas de parámetros, dado que todas ellas relacionan las variables masa y volumen para un mismo sistema.

Para el caso de las tablas de datos se planificó el reconocimiento de los elementos que la constituyen: columnas, variables dependiente e independiente, nombre de cada una, unidades de expresión para las magnitudes. Estos elementos se presentaron vinculándolos con contenidos enseñados en clases anteriores.

El gráfico cartesiano se visualizó como modelo que permite la explicación de un fenómeno y la predicción de alguna propiedad del mismo. El tratamiento de esta

representación se jerarquizó en mayor medida que los correspondientes a tablas de datos o enunciados oracionales y algebraicos, aunque dicha jerarquización no fue reconocida explícitamente como contenido de enseñanza en sí misma en las planificaciones, pero sí lo fue en las entrevistas. El tratamiento consistió fundamentalmente en operar sobre la pendiente del gráfico construido evidenciando su constancia.

La enseñanza de las mencionadas representaciones semióticas se planificó vinculada a la conversión entre las mismas. Dicha conversión se presentó en todo momento unida a la enseñanza de nuevos conceptos.

La conversión entre representaciones semióticas que se planificó estuvo vinculada a la promoción de la formación de los gráficos cartesianos, y de los enunciados oracional y algebraico. Respecto a este punto aparecieron dos aspectos importantes a atender: la secuencia en que se planificó el abordaje de la enseñanza de la conversión entre representaciones semióticas y las actividades planificadas para realizar ese abordaje.

En cuanto al primer aspecto mencionado se evidenció la existencia de una secuencia de conversión entre las representaciones seleccionadas. Esta secuencia no se limitó solo a la conversión sino que simultáneamente con ella se realizó la formación y en menor medida el tratamiento de las representaciones. La secuencia se inició con la formación de las tablas de datos de dos variables asociadas al estudio de un fenómeno, jerarquizando aquí solo la construcción de la representación. Sin embargo, es desde la tabla de datos que se promovió la formación del gráfico cartesiano, es decir que con base a la conversión de la tabla de datos a gráfico ocurrió la formación de esta nueva representación. Luego de construido el gráfico y habiendo tenido lugar su tratamiento como representación se abordó una nueva conversión: del gráfico cartesiano al enunciado oracional del concepto de densidad. Esto reafirmó el hallazgo de que la conversión de representaciones se planificó como proceso que habilitaba a la formación de una nueva representación. Esta acción se reiteró al convertir el enunciado oracional a enunciado algebraico.

En relación al segundo aspecto, existió planificación de actividades orientadas a introducir y trabajar las representaciones semióticas seleccionadas y su conversión. Las mismas pueden asociarse casi con linealidad directa a lo que Duval (1999) plantea como actividades cognitivas a promover cuando se trabaja con representaciones semióticas: formación, tratamiento y conversión de la representación. La formación de la representación

presentó especial dedicación para las tablas de datos, el gráfico cartesiano y el enunciado algebraico, pero con diferencias entre ellas.

La formación de las tablas de datos se presentó al estudiantado mediante actividades que promovían la introducción de nuevas variables, asociadas a la percepción de hechos en forma directa (tanto vinculada a un fenómeno de laboratorio como a uno cotidiano).

La formación del gráfico cartesiano se realizó partiendo de la tabla de datos y constituyó un importante centro de atención en las planificaciones, evidenciado especialmente por la temporalización que se otorgó para realizarla. La actividad que se planificó para este proceso fue la explicación docente, promoviendo a dicha representación como una “nueva forma de representar” la información de la tabla.

Si bien todas las representaciones semióticas se planificaron como nuevas variables, para las tablas de datos se planificó su introducción vinculada al estudio de un fenómeno concreto, es decir mediante actividades de enseñanza orientadas a percibir los hechos directamente mientras que los gráficos cartesianos surgieron a partir de la conversión de las tablas de datos.

La conversión entre tabla de datos y gráfico cartesiano se planificó como actividad que promovía la introducción de nuevas variables construyendo dicho conocimiento en interacción de cada docente con su grupo de estudiantes. Para ello resultó fundamental la planificación de explicitación de la existencia de elementos que se corresponden: columnas de la tabla con ejes del gráfico, valores de las variables en la tabla con valores de variables sobre los ejes, símbolo de las magnitudes y sus unidades, indicados en las columnas de la tabla y en los extremos de los ejes.

Cada vez que se planificó trabajar con gráfico cartesiano se diseñaron actividades de construcción del conocimiento en forma interpersonal para retomar las congruencias con la tabla de datos que corresponda. En dichas instancias las actividades de enseñanza apuntaron a la estructuración del conocimiento acerca de la representación semiótica tratada y su vínculo con otra u otras.

El valor calculado y reconocido como constante de la pendiente se introdujo como nuevo concepto (en el caso de la densidad como propiedad del sistema estudiado),

realizándose la correspondencia entre elementos congruentes del gráfico con el concepto de densidad, expresándolo como enunciado oracional. Esta actividad apuntó a la estructuración del conocimiento. El registro del enunciado oracional se planificó como síntesis teórica a producirse en colectivo mediante el diálogo guiado por las docentes.

Los enunciados algebraico y oracional se introdujeron como nuevas variables, pero desde actividades orientadas a construir el conocimiento interactuando con otras personas, fundamentalmente desde la explicación docente. Estas representaciones se abordaron al final de la secuencia de conversión entre representaciones semióticas.

Tanto el enunciado oracional como para el algebraico se planificaron a partir de actividades de síntesis teórica, explicitadas en la secuencia didáctica de los planes de clase. Las actividades de generalización planificadas apuntaron a la aplicación de estas dos representaciones a situaciones nuevas.

La construcción del enunciado algebraico se planificó exclusivamente desde el establecimiento de congruencias con el enunciado oracional desde la construcción colectiva del conocimiento. La congruencia entre la palabra y su correspondiente símbolo científico fue la base de dicha conversión.

En todas las planificaciones se propusieron actividades de generalización que tenían como una de sus bases fundamentales a la conversión de representaciones, pero existieron diferencias en cuanto a las conversiones que se jerarquizaron. Independientemente de las diferencias, todas las actividades de generalización planificadas se basaron en problemas cerrados o ejercicios en los cuales la situación de partida y los datos de la misma se encontraban expresados mediante uno o dos representaciones semióticas de las trabajadas y la resolución era posible solamente mediante la conversión de ellas a otras.

La conversión entre las representaciones semióticas seleccionadas no fue explicitada como contenido de enseñanza en sí en las planificaciones, sino que fue propuesta como facilitador para el abordaje de una nueva representación, y fundamentalmente estuvo ligada a los aspectos de congruencia entre representaciones semióticas.

En cuanto a las estrategias de enseñanza para la conversión de representaciones semióticas se evidenció vinculación con los aportes sobre estrategias de enseñanza del

lenguaje científico dadas por Onrubia (1999), Quílez-Pardo (2016) y Caicedo, Valverde y Estupiñán (2017). Al mismo tiempo se encontró estrecha relación entre lo planificado y expresado en entrevistas por las docentes de la muestra seleccionada con Duval (1999), Callone y Torres (2013) y Callone (2016) en cuanto a las características de la conversión de representaciones semióticas y los procesos implicados en su enseñanza y aprendizaje. El análisis de los datos obtenidos en la presente investigación junto a los marcos teóricos seleccionados permitió evidenciar que las docentes participantes seleccionan a la conversión de representaciones semióticas como contenido de enseñanza y para desarrollar ese proceso diseñan estrategias que lo sostienen y promueven su aprendizaje.

Retomando los aportes de Onrubia (1999) se identificaron dos estrategias de enseñanza para la conversión de representaciones semióticas en el tema densidad a:

- Construcción de marco interpretativo común.

Esta estrategia se hizo presente antes de realizar cada conversión entre representaciones, dado que se planificó como inicio de unidad la creación de significados compartidos entre docentes y estudiantes. Mediante actividades de iniciación y de introducción de nuevas variables, se planificó retomar representaciones ya tratadas, utilizando especialmente el diálogo didáctico. Dicho diálogo se proyectó con base en vocabulario oral y escrito de representaciones conocidas e integrando paulatinamente nuevas representaciones basándose en elementos constitutivos de cada una de ellas que permitieran la conversión. Esta estrategia se vincula también a los aportes de Quílez-Pardo (2016), dado que las docentes planificaron promover la familiarización de los grupos de estudiantes con la representación semiótica conocida y después de ello apuntaron al abordaje de la nueva representación mediante la conversión. También resultó significativo el vínculo entre esta estrategia y lo que sostiene Callone (2016) en cuanto a que la conversión entre representaciones semióticas implica el dominio de los códigos semánticos en los que cada una de ellas se expresa.

- Continuidad del marco interpretativo común.

Esta estrategia emergió unida a la anterior pero con un cambio en las actividades de enseñanza planificadas dado que las mismas se orientaron a la síntesis o estructuración del conocimiento. Se planificó partir de una representación semiótica inicial y presentar paulatinamente una nueva representación pero atendiendo siempre a que se establecieran

vínculos recurrentemente entre lo nuevo y lo que los estudiantes ya conocían.

Además de las estrategias antes descritas se identificaron las siguientes:

- Secuenciación congruente de la conversión de representaciones.

En este caso, la estrategia no se vincula directamente con los marcos teóricos sobre estrategias de enseñanza brindados por la didáctica de las ciencias. Esta estrategia surgió como propia de la planificación de la enseñanza en la unidad didáctica elegida. Las docentes planificaron la enseñanza inicial de la conversión de representaciones semióticas siempre en un mismo sentido y sostenida por la congruencia que se promueve al jerarquizar elementos de correspondencia entre la representación conocida y la nueva. Aunque las representaciones participantes de la conversión fueran incongruentes se planificó la conversión buscando generar congruencia al dirigir la atención en el proceso de conversión a la existencia de elementos correspondientes entre una representación semiótica y otra. La secuencia mencionada se inició con actividades de introducción de nuevas variables y se desarrolló y culminó en base a actividades de síntesis orientadas a la estructuración del conocimiento, sosteniendo a todas ellas desde la construcción del conocimiento interactuando con otras personas.

- Conversión de representaciones como herramienta para resolver problemas.

Tanto Caicedo, Valverde y Estupiñán (2017) como Quílez-Pardo (2016) plantean que la utilización reiterada de una representación semiótica en distintas situaciones y especialmente vinculada a la resolución de problemas resulta una estrategia fundamental para la enseñanza del lenguaje científico. En el caso de la presente investigación surgió además de reiterar el uso de la representación que la resolución de los problemas que se plantearon estaba estrechamente ligada no solo a una representación semiótica sino a la conversión entre dos de ellas. Esta estrategia apareció unida a las actividades de generalización que planificaron todas las docentes de la muestra para finalizar la unidad didáctica.

## Proyecciones

En esta sección se proponen algunas proyecciones de trabajos que se abren a partir de la investigación realizada. Esas proyecciones se presentan desde los dos puntos que emergen: en primer lugar, desde el marco teórico que sustenta esta investigación y en segundo lugar se explicitan aquellas que surgen a partir de los resultados obtenidos.

Proyecciones que emergen del marco teórico.

Resultaría significativo investigar acerca de las relaciones entre las conversiones de representaciones semióticas y las competencias comunicativas que se promueven desde la enseñanza de las diferentes disciplinas.

Podría investigarse también la incidencia de utilizar determinadas conversiones entre representaciones en el aprendizaje de temas interdisciplinarios.

Otro punto hacia el cual puede proyectarse trabajo de investigación estaría relacionado a la enseñanza del lenguaje científico y su vínculo con el derecho de la ciudadanía de participar en la cultura científica.

Investigar acerca de las políticas educativas y su relación con la promoción de la alfabetización científica en las aulas de ciencias de la naturaleza o experimentales podría constituir una línea de investigación que permitiera comprender la enseñanza de las ciencias en diferentes niveles formativos y de participación.

Proyecciones que emergen de los resultados de la investigación realizada.

El presente trabajo ha permitido el análisis de modo descriptivo de las estrategias de enseñanza planificadas por docentes de química para la enseñanza de la conversión de representaciones semióticas en un tema determinado. Sería valioso complementarlo ampliando la muestra de estudio con la utilización del mismo diseño metodológico.

Otra posibilidad de acrecentar la investigación consistiría en ampliar la triangulación de información con datos obtenidos de la observación de clases vinculadas a las planificaciones analizadas. Lo antedicho permitiría una identificación de otras posibles estrategias y / o la ampliación de las referidas en conclusiones.

La formación en educación (anteriormente llamada formación docente) también podría constituirse en campo de estudio para esta línea. Preguntas vinculadas a la promoción en la formación de grado acerca de la enseñanza de los lenguajes específicos de las disciplinas y por ende en sus códigos representacionales, así como también acerca del rol que la enseñanza de ellos desempeña en la formación de futuros docentes, son algunos puntos de partida para nuevas investigaciones.

### Referencias bibliográficas

- Alfonso, I. (2009). La investigación cualitativa como dispositivo de formación en las prácticas docentes. En: Sanjurjo, L. (2009) (coord.). *Los dispositivos para la formación en las prácticas profesionales*. Cap.II, 45-70. Rosario: Homo Sapiens.
- Ander-Egg, E. (2013). *Introducción a la planificación estratégica*. Buenos Aires: Lumen Humanitas.
- A.N.E.P.-C.E.T.P. (2006) *Programa de Ciencias Físicas 1º año. Ciclo Básico. Reformulación 2006*.
- Anijovich, R. y Mora, S. (2010). *Estrategias de enseñanza. Otra mirada al quehacer en el aula*. Buenos Aires: Aique grupo editor.
- Batthyány, K. y Cabrera, M. (2011). *Metodología de la investigación en ciencias sociales. Apuntes para un curso inicial*. Montevideo: Comisión Sectorial de la Enseñanza de la Udelar.
- Bruner, J. (2001). *Desarrollo cognitivo y educación*. Morata, Madrid.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos, y representaciones simbólicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. N°78, 7-20. Barcelona: Graó.
- Caicedo, L., Valverde, L., y Estupiñán, I. (2017). Estrategias didácticas para la enseñanza de biología y química en la enseñanza media. *Polo del Conocimiento*. Vol.2, No5, 1175-1186.
- Callone M. y 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. Universidad Nacional Autónoma de México,
- Callone M. (2016) *Las representaciones semióticas utilizadas en la enseñanza de la química* (Tesis de Maestría). Universidad de Bs. As. Facultad de Filosofía y Letras. Recuperado de <http://repositorio.filo.uba.ar:8080/xmlui/handle/filodigital/2687>

- Camilloni, A. (1998): La programación de la enseñanza de las Ciencias Sociales, en Aisenberg, B y Alderoqui, S. (comps.): *Didáctica de las ciencias sociales II*. Buenos Aires: Paidós.
- Cohen, L. y Manion, L (1994). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Contreras Domingo, J. (1994). *Enseñanza, curriculum y profesorado*. Madrid: Akal Universitaria.
- Davini, Ma. C. (2015) *La formación en la práctica docente*. Buenos Aires: Paidós.
- Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. México: McGraw Hill.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Colombia: Universidad del Valle y Peter Lang S.A.
- Duval, R.(2006) Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, 9 (1), PP. 143-168.
- Fernández, E., Díaz, M., Domínguez, J. (2001) *Procesos Psicológicos*. Madrid: Pirámides.
- Galagovsky, L.; Bekerman, D.(2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 8 N°3, 247-259.
- Galiano, J. (2014) *Estrategias de enseñanza de la química en la formación inicial del profesorado*. (Tesis Doctoral). Facultad de Educación. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Madrid, España. Recuperado de: [https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjmhLXsudfVAhUBFZAKHXhIDJkQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fespacio.uned.es%2Ffez%2Feserv%2Ftesisuned%3AEducacion-Jgaliano%2FGALIANO Jose Eduardo Tesis.pdf&usg=AFQjCNE8irV7LpqyNf6xVK17vVJNXeA9A](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjmhLXsudfVAhUBFZAKHXhIDJkQFgglMAA&url=http%3A%2F%2Fespacio.uned.es%2Ffez%2Feserv%2Ftesisuned%3AEducacion-Jgaliano%2FGALIANO%20Jose%20Eduardo%20Tesis.pdf&usg=AFQjCNE8irV7LpqyNf6xVK17vVJNXeA9A)
- García, J. (2005) *La comprensión de las representaciones gráficas cartesianas presentes en los libros de texto de ciencias experimentales, sus características y el uso que se hace*

*de ellas en el aula.* (Tesis Doctoral). Facultad de Ciencias de la Educación. Granada, España.

García, J. y Perales, F (2006) ¿Cómo usan los profesores de Química las representaciones semióticas? *Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 5 N°2, 247-259

Gil Pérez, D. y Vilches, A. (2006) Educación Ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 42, 31-53.

Gómez Torrego, L. (2000) *Gramática didáctica del Español*. Madrid: SM.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Méjico: Mc.Graw-Hill.

Jiménez Aleixandre, Ma. (2007). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó

Johnson-Laird (1995). The nature of explanation. En Johnson-Laird (1995) *Mental Models* (pp.1-20). Recuperado de:

[http://books.google.com.uy/books?id=FS3zSKAflGMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.uy/books?id=FS3zSKAflGMC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Macías Sánchez, J. (2014) Los registros semióticos en Matemáticas como elemento personalizado en el aprendizaje. *Revista de Investigación Educativa*. Conect@2, 4(9): 27-57

Martí, E y Pozo, J.I. (2000). Más allá de las representaciones mentales: la adquisición de los sistemas externos de representación. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 11-30.

Onrubia, J. (1999). Enseñar: Crear zonas de desarrollo próximo e intervenir en ellas. En Coll, C., Martín E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. et al., *El constructivismo en el aula* (101-123). Barcelona: Graó.

Ospina, D. (2012) *Las representaciones semióticas en el aprendizaje del concepto de función lineal*. (Tesis de maestría en Enseñanza de las Ciencias). Universidad Autónoma de Manizales. Recuperado de: [http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/245/1/Tesis\\_Las%20represe](http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/245/1/Tesis_Las%20represe)

[ntaciones%20semi%C3%B3ticas%20en%20el%20aprendizaje%20del%20concepto%20de%20funci%C3%B3n%20lineal.pdf](#)

Perales, F. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy, Alicante: Marfil.

Pozo, J.I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.

Quílez-Pardo, J. (2016). El lenguaje de la ciencia como obstáculo de aprendizaje de los conocimientos científicos y propuestas para superarlo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*. Vol.16, N°2, 449-476. Rio de Janeiro: ABRAPEC.

Quílez-Pardo, J. (2016). ¿Es el profesor de química también profesor de lengua? *Educación Química*. Vol.27, 105-114.

Quivy, R. y Van Campenhoudt, L. (1992) *Manual de Investigación en Ciencias Sociales*. México: LIMUSA.

Sanmartí, N. (2010) *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.

Sevillano García, M.(2009). El esfuerzo individual y la motivación del alumnado como principios educativos: estrategias de enseñanza-aprendizaje. En Villar Angulo, L. (coord.).*Creación de la excelencia en Educación Secundaria*,(141-159). Madrid, España: Pearson.

Tamayo,E.(2006) Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Educación y Pedagogía*. Vol.13, N°45, 39-49.

UNESCO (1999). *Marco general de acción de la declaración de Budapest*, Declaración de Budapest. Recuperado de: <http://www.oei.org.co/cts/budapest.dec.htm>

Vygotski, L. (1982).*Pensamiento y Lenguaje*. Moscú: Pedagogika.

Yuni, J., Urbano C. (2014). *Técnicas para investigar*. Argentina: Editorial Brujas.

## Anexos

### Anexo 1. Pauta para Entrevistas

#### 1 Preguntas generales.

- 1.1 ¿Cuánto tiempo hace que enseña en este nivel, plan, programa?
- 1.2 ¿Por qué optó por la enseñanza en este nivel?
- 1.3 ¿Qué piensa del programa del curso? Ídem de los contenidos vinculados al concepto de densidad planteados en dicho programa?

#### 2 Preguntas estructurales.

- 2.1 ¿Qué contenidos considera a la hora de planificar el tema densidad?
- 2.2 ¿Existen dificultades al momento de planificarlo?
- 2.3 ¿Percibe dificultades al momento de enseñarlo?
- 2.4 ¿Podría describir qué actividades considera que son fundamentales planificar para la enseñanza del tema?

#### 3 Preguntas que apuntan a la ejemplificación.

Ha culminado con sus alumnos la realización experimental de la determinación de la densidad de una sustancia (mediante medición de volumen y masa de diferentes muestras u objetos formados por la misma sustancia).

- 3.1 ¿Cómo guía la construcción de la tabla de datos?
- 3.2 ¿Cómo vincula la tabla de datos con la representación gráfica?
- 3.3 ¿Cómo vincula el gráfico elaborado con la definición de densidad?
- 3.4 ¿Es necesaria la construcción del gráfico y su posterior análisis para la construcción del concepto de densidad? Explique.
- 3.5 La definición de densidad a la que arriban: ¿es expresada con un enunciado oracional alfabético o mediante algoritmo? (Explicar)
- 3.6 ¿Piensa que es posible enseñar variando la secuencia de las actividades? (Ejemplo: comenzar por el concepto de densidad para luego trabajar con datos experimentales y graficar)

#### 4 Preguntas de contraste.

4.1 ¿Qué semejanzas o diferencias encuentra al enseñar el tema densidad con enseñar otros temas del programa?

4.2 ¿Qué desafíos encuentra al guiar la tarea de construir un gráfico y luego de interpretarlo?

## Anexo 2. Tablas de análisis de datos.

**Tabla 5 Conversiones de representaciones semióticas en planificaciones de aula**

	Docente uno	Docente dos	Docente tres
Secuencia de conversión	<p>Secuencia fija de conversión: TD-CG-EO-EA</p> <p>En evaluación, TD-EA por correspondencia que busca congruencia</p>	<p>Secuencia fija de conversión: TD-CG-EO-EA</p> <p>En evaluación, TD-EA por correspondencia que busca congruencia</p>	<p>Secuencia fija de conversión: TD-CG-EO-EA</p> <p>En evaluación, TD-EA, TD-EO, GC-EA por correspondencia que busca congruencia</p>
Tabla de datos a gráfico cartesiano	<p>Principal conversión planificada.</p> <p>Expresada en objetivos del plan de clase.</p> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Explicitación de elementos fundamentales de la tabla: columnas, variables y tipo de variable (dependiente e independiente).</li> <li>- Lectura global de TD y análisis entre las variables.</li> <li>- Congruencia TD-GC: variables dependiente e independiente y registro</li> </ul>	<p>No se expresa en objetivos ni en contenidos procedimentales del plan de clase.</p> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jerarquización de elementos fundamentales de la tabla: columnas, variables y tipo de variable (dependiente e independiente).</li> <li>- Análisis global de variación entre valores de las variables.</li> <li>- Presenta al gráfico cartesiano como otra forma de expresión de los datos obtenidos</li> </ul>	<p>Expresada en objetivos de clase y en contenidos procedimentales.</p> <p>Acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jerarquización de elementos fundamentales de la tabla: columnas, variables y tipo de variable (dependiente e independiente).</li> <li>- Congruencia TD-GC: variables dependiente e independiente y registro de valores</li> <li>- Incongruencia: ejes, cuadrantes y escalas.</li> </ul>

	<p>de valores</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- no correspondencia: ejes y escala</li> </ul>	<p>pero que permitirá visualizar mejor las relaciones entre ellos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Congruencia TD-GC: variables dependiente e independiente y registro de valores</li> <li>Incongruencia: ejes, escala, cuadrantes y curva</li> </ul>	<p>TD-GC se realiza con construcción colaborativa docente- estudiantes.</p>
<p>Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jerarquización de congruencia entre las variables del gráfico, el valor de su relación y la pendiente y los tres conceptos presentes en la definición de densidad: masa, volumen y densidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jerarquización de congruencia entre las variables del gráfico, el valor de su relación y la pendiente y los tres conceptos presentes en la definición de densidad: masa, volumen y densidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jerarquización de congruencia entre las variables del gráfico, el valor de su relación y la pendiente y los tres conceptos presentes en la definición de densidad: masa, volumen y densidad</li> </ul>
<p>Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exclusivamente en base a congruencia, convirtiendo palabras a símbolos ya conocidos por los estudiantes (masa a m, volumen a V y densidad a d).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predomina la congruencia, convirtiendo palabras a símbolos ya conocidos por los estudiantes (masa a m, volumen a V y densidad a d).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predomina la congruencia, convirtiendo palabras a símbolos ya conocidos por los estudiantes (masa a m, volumen a V y densidad a d).</li> </ul>

Elaboración propia.

Fuente: Planificaciones de clases de docentes integrantes de la muestra.

**Tabla 6 Conversiones de representaciones semióticas declaradas por los docentes**

	Docente uno	Docente dos	Docente tres
Tabla de datos a gráfico cartesiano	<p>Importancia para temas posteriores la conversión por congruencia entre: columnas de tabla con ejes de gráfico, variables de tabla con variables de gráfico.</p> <p>No reconoce la conversión como contenido de enseñanza</p> <p>Jerarquiza la enseñanza de cada representación por sobre o con independencia de la conversión entre las mismas.</p>	<p>Le dedica atención.</p> <p>Jerarquiza trabajo con gráficos cartesianos para cursos posteriores y la vida cotidiana.</p> <p>Dedica tiempo al reconocimiento de la representación y a los elementos de congruencia y de incongruencia que existen entre esta y la tabla de datos (asocia congruencia-incongruencia a elementos similares y diferentes).</p> <p>Explica que realiza la construcción y el análisis en forma colectiva.</p>	<p>Necesidad de expresar y visualizar la relación entre las variaciones de variables dependiente e independiente.</p> <p>Conceptualiza a ambas representaciones para luego describirlas y luego convertir una en otra.</p> <p>No visualiza la conversión inversa como significativa para la enseñanza en este tema y en este nivel.</p> <p>Aborda la congruencia entre tabla y gráfico especialmente entre las variables y sus valores.</p>
Conversión gráfico cartesiano a enunciado oracional:	<p>Reconoce como contenido de enseñanza por ser contenido prescrito en el programa de curso.</p> <p>La realiza mediante explicación basada especialmente en los elementos de correspondencia que construyen</p>	<p>Asociada a la interpretación del gráfico y elaboración de conclusiones.</p> <p>Dirige la atención a los aspectos que desea analizar y registra las respuestas como conclusiones pudiendo así explicitar el concepto de densidad.</p>	<p>Reconocida vinculada a la interpretación de gráfico y dentro de ese proceso lo asocia especialmente a la elaboración de conclusiones que resultan del planteo de preguntas guías.</p> <p>Jerarquiza al enunciado oracional como</p>

	congruencia entre ambas representaciones		contenido conceptual pero su construcción es trabajada como procedimiento vinculada a la conversión global.
Conversión enunciado oracional a enunciado algebraico:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conversión considerada como más sencilla respecto a las demás.</li> <li>- Basa el proceso exclusivamente en la congruencia entre palabras del lenguaje científico del enunciado oracional y los símbolos que se emplean en el enunciado algebraico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocida desde la relación símbolo-símbolo.</li> <li>- Sustitución de la palabra del lenguaje científico por el símbolo científico correspondiente: masa por m, volumen por V, relación por el cociente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inmediata a la enunciación oracional escrita del concepto.</li> <li>- Símbolo a símbolo</li> </ul>
Conversión tabla de datos enunciado oracional y/o algebraico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconocida como posible y más sencilla para favorecer la comprensión</li> <li>- no trabajada dado que el programa de curso sugiere que el enunciado oracional y algebraico se desprenda del análisis gráfico.</li> </ul>	No surge en la entrevista	No surge en la entrevista

Elaboración propia.

Fuente: Entrevistas a docentes integrantes de la muestra.

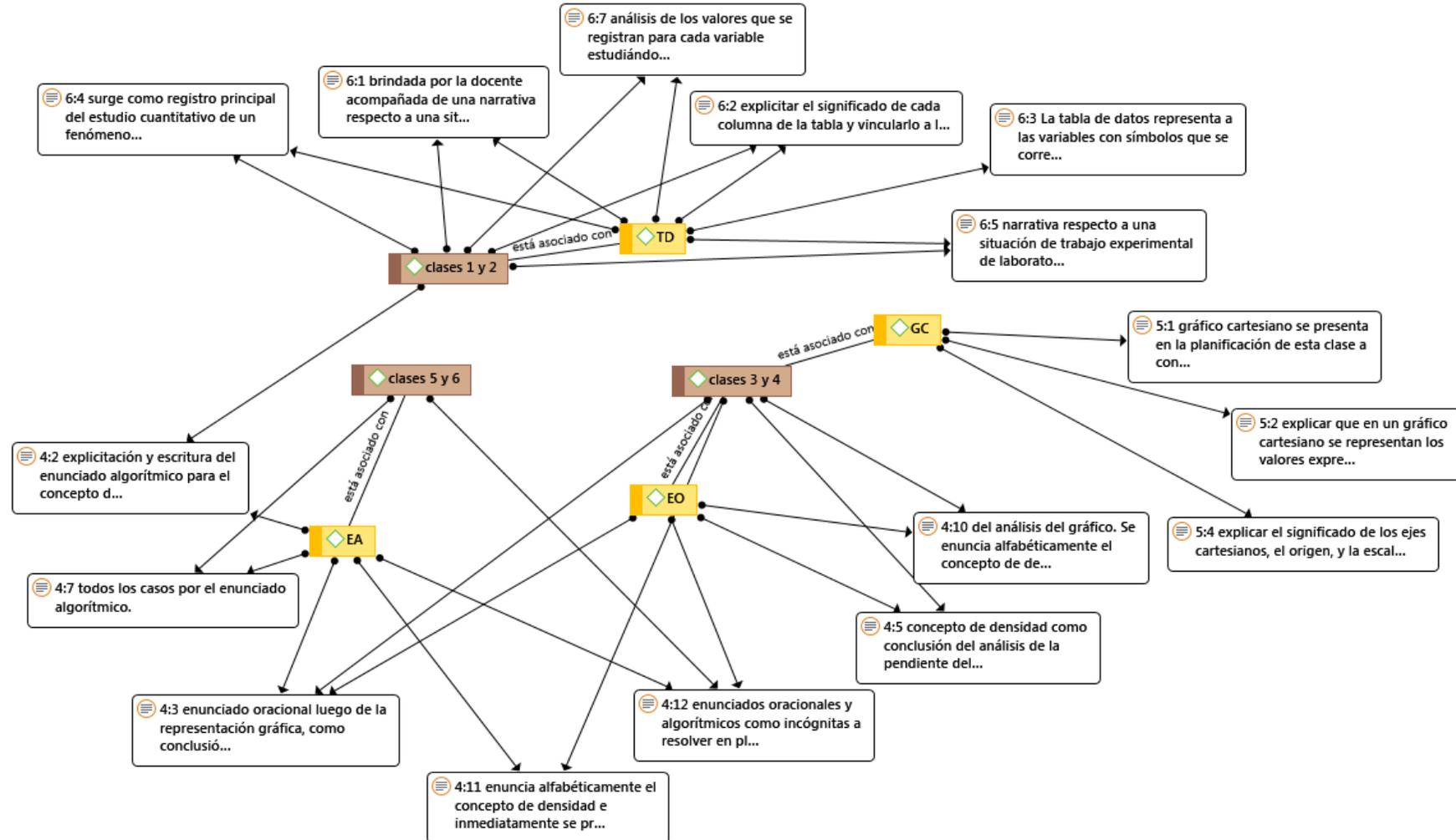
**Tabla 7 Actividades de enseñanza planificadas para enseñanza de conversión de representaciones semióticas**

	DOCENTE UNO	DOCENTE DOS	DOCENTE TRES
CLASEs 1y 2	AI AINV (TD y GC) ACCInter (Conversión) AG (EO y EA)	AINV (TD) (TD-GC) APHM y APHI (TD) ACCInter (TD)	AINV (TD) ACCInter
Clases tres y cuatro.	AEC ACCInter (TD- GC, GC-EO) AG (GC-EO) (EO-EA)	AINV (GC, EO y EA) ACCInter AEC, congruencia (TD-GC) AG (EO-EA)	AI: ACCM (TD-GC) AINV (GC, EO y EA) AINV(congruencia) (TD-GC, GC-EO, EO-EA)
Clases cinco y seis.	AG (TD-EA), congruencia	AEC y AG (TD-EA, GC-EA)	AG: ACCInter y ACCInd (TD-EA) AEC colectivas
ENTREVISTA	AI, APHD (TD) AINV: ACCInter (TD-GC) congruencia AINV: ACCInter (GC-EO y EO-EA) congruencia. AG (TD-EA)	AI, AINV (TD y GC) AEC, congruencia (TD-GC)(GC-EO, EO-EA) AEC, AG: congruencia (TD-EA, EO-EA)	AINV (TD, GC, EO, EA) AG (TD, GC, EO, EA) AEC (congruencia, TD-GC, GC-EA, EA-EO) AG- ACCInd.

Elaboración propia

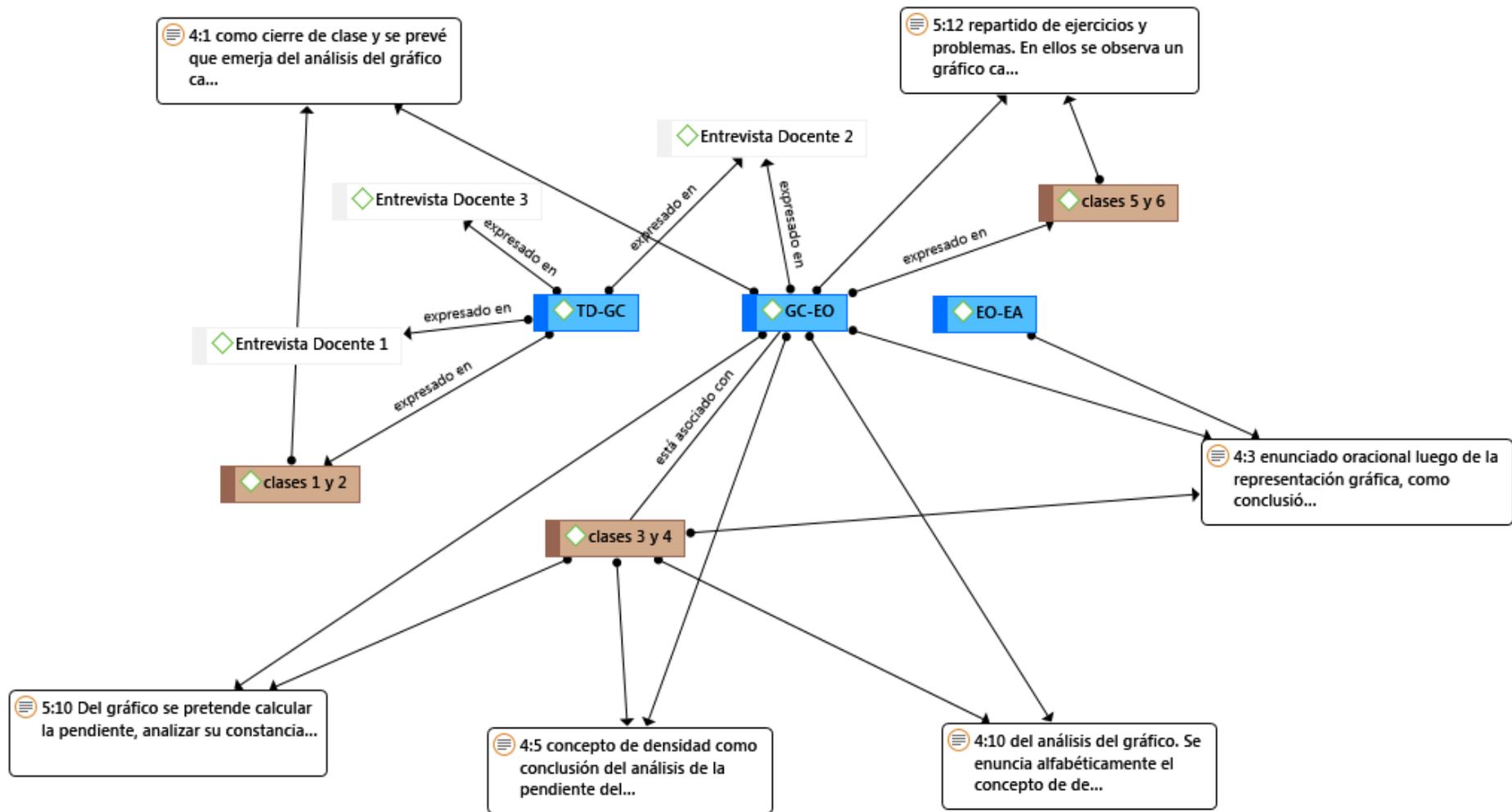
Fuente: Planificaciones docentes de los integrantes de la muestra

### Anexo 3. Ilustraciones correspondientes a redes de análisis de datos.



**Ilustración 7: Red de análisis 1. Representaciones semióticas seleccionadas como contenidos de enseñanza.**

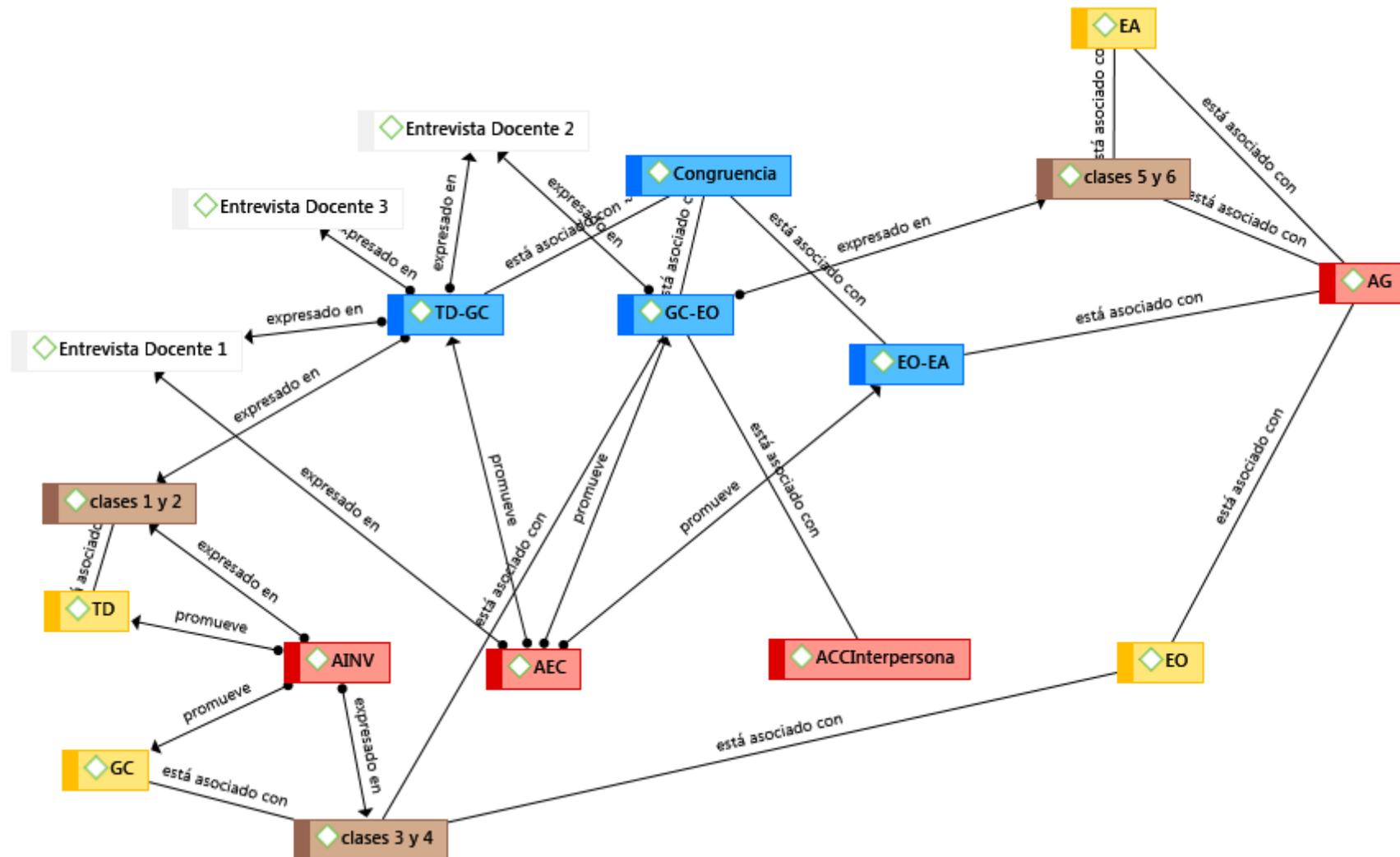
Elaboración propia. Fuente: Análisis de datos.



**Ilustración 8: Red de análisis 2. Conversiones entre representaciones semióticas.**

Elaboración propia.

Fuente: Análisis de datos.



**Ilustración 9: Red de análisis 3. Representaciones semióticas, conversiones y actividades de enseñanza.**

Elaboración propia.

Fuente: Análisis de datos.

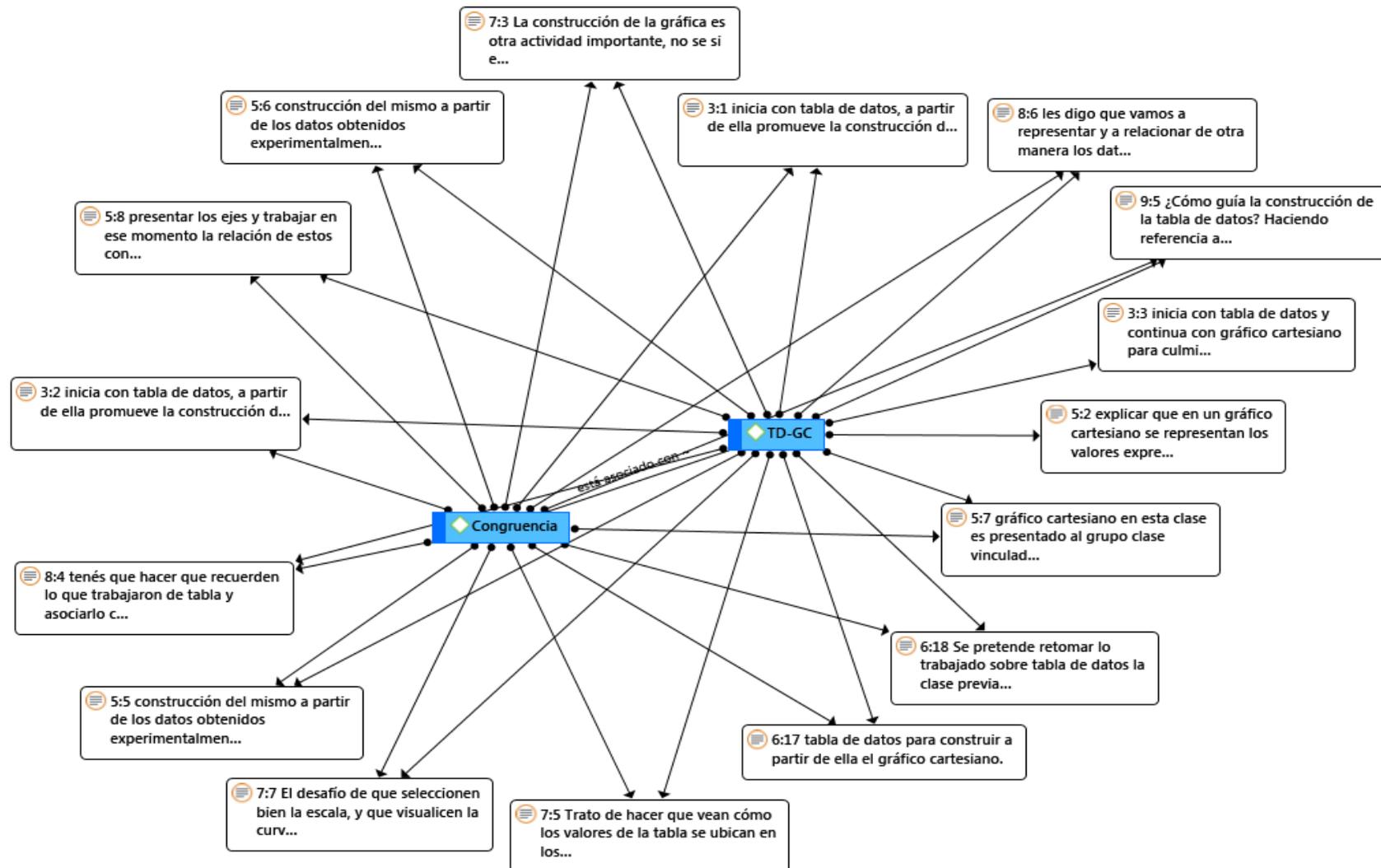
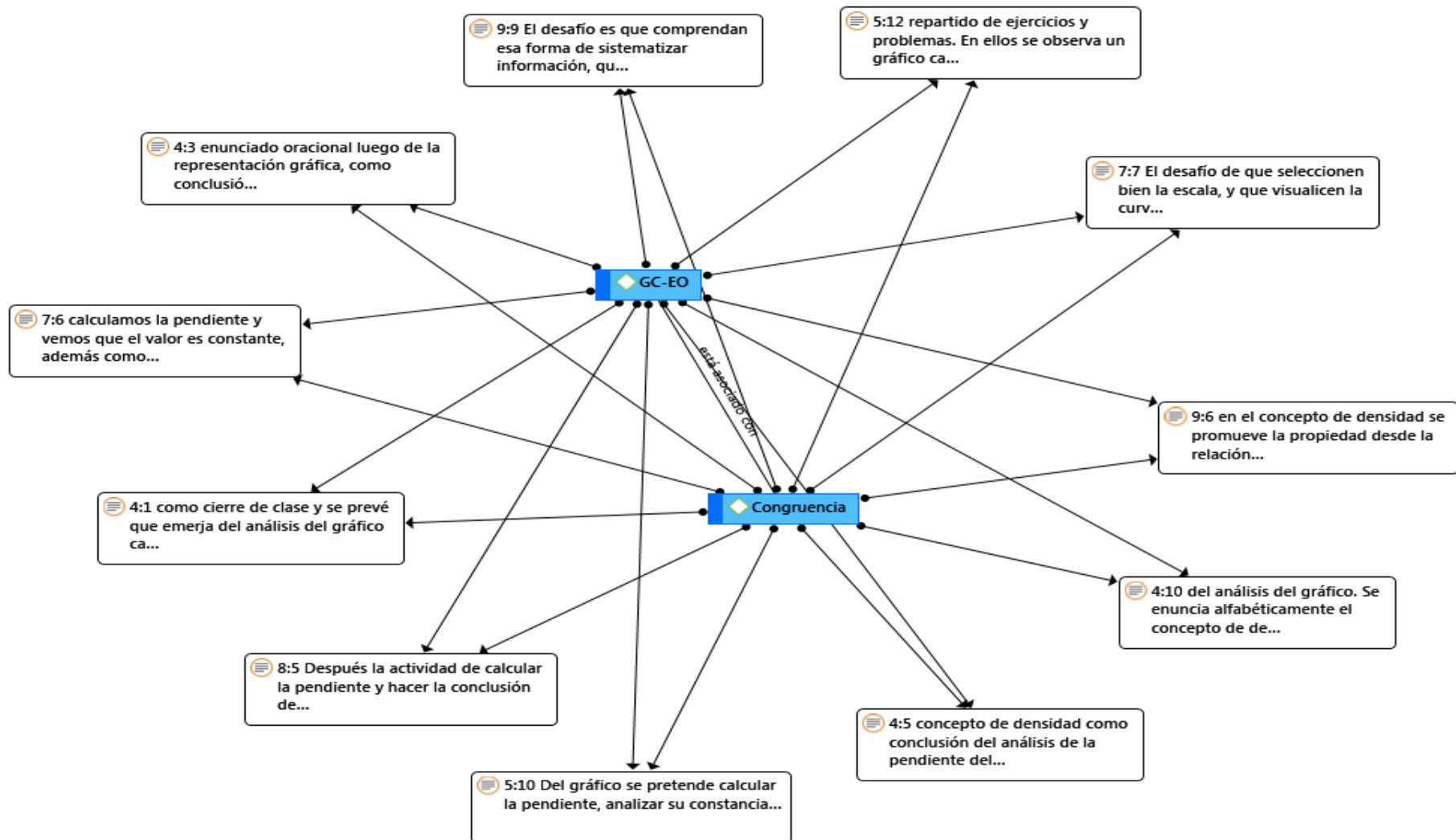


Ilustración 10: Congruencia en la conversión de Tabla de datos a gráfico cartesiano

Elaboración propia.

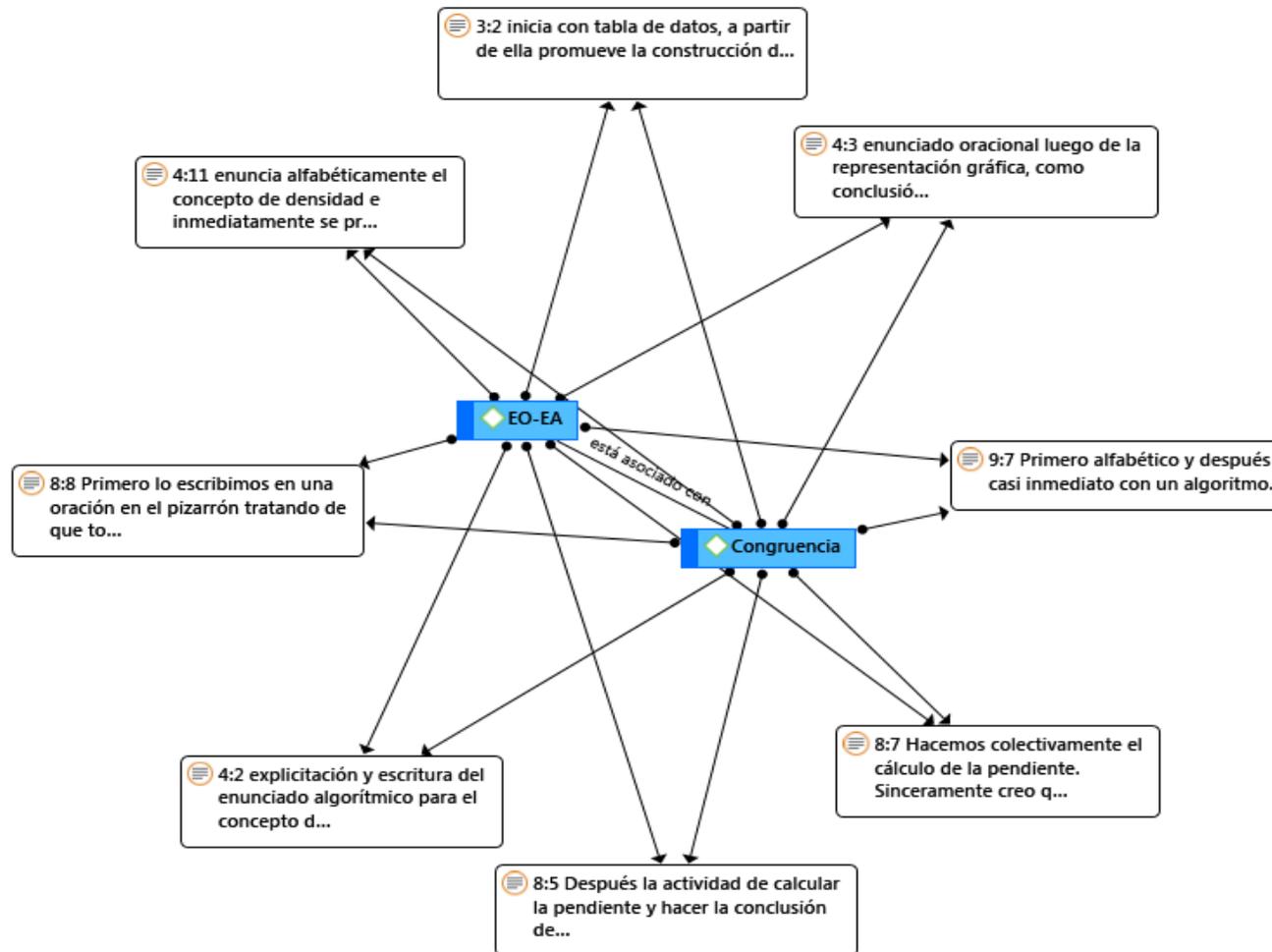
Fuente: Análisis de datos.



**Ilustración 11. Congruencia en conversión Gráfico cartesiano a enunciado oracional**

Elaboración propia.

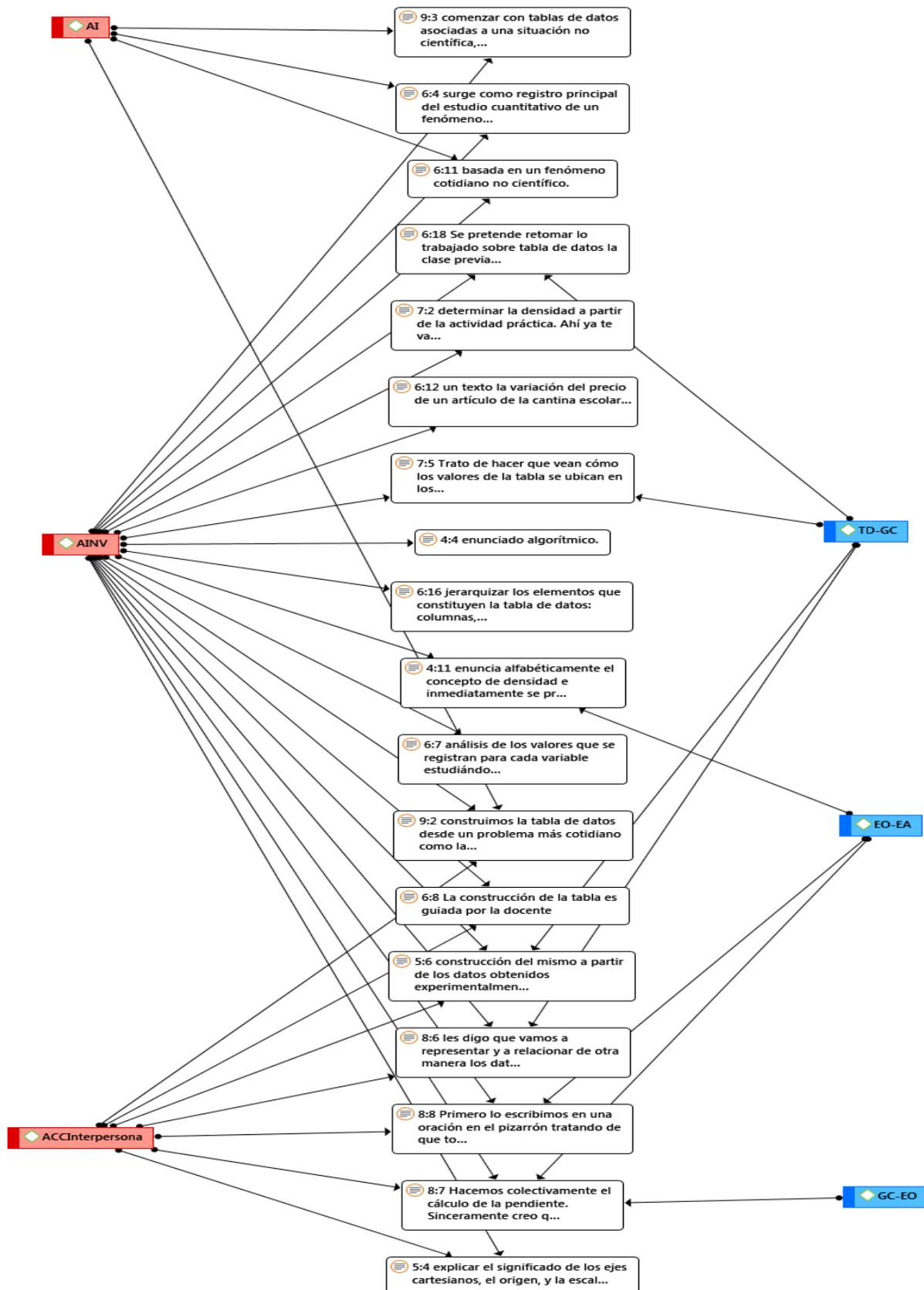
Fuente: análisis de datos.



**Ilustración 12. Congruencia en conversión de enunciado oracional a enunciado algebraico.**

Elaboración propia.

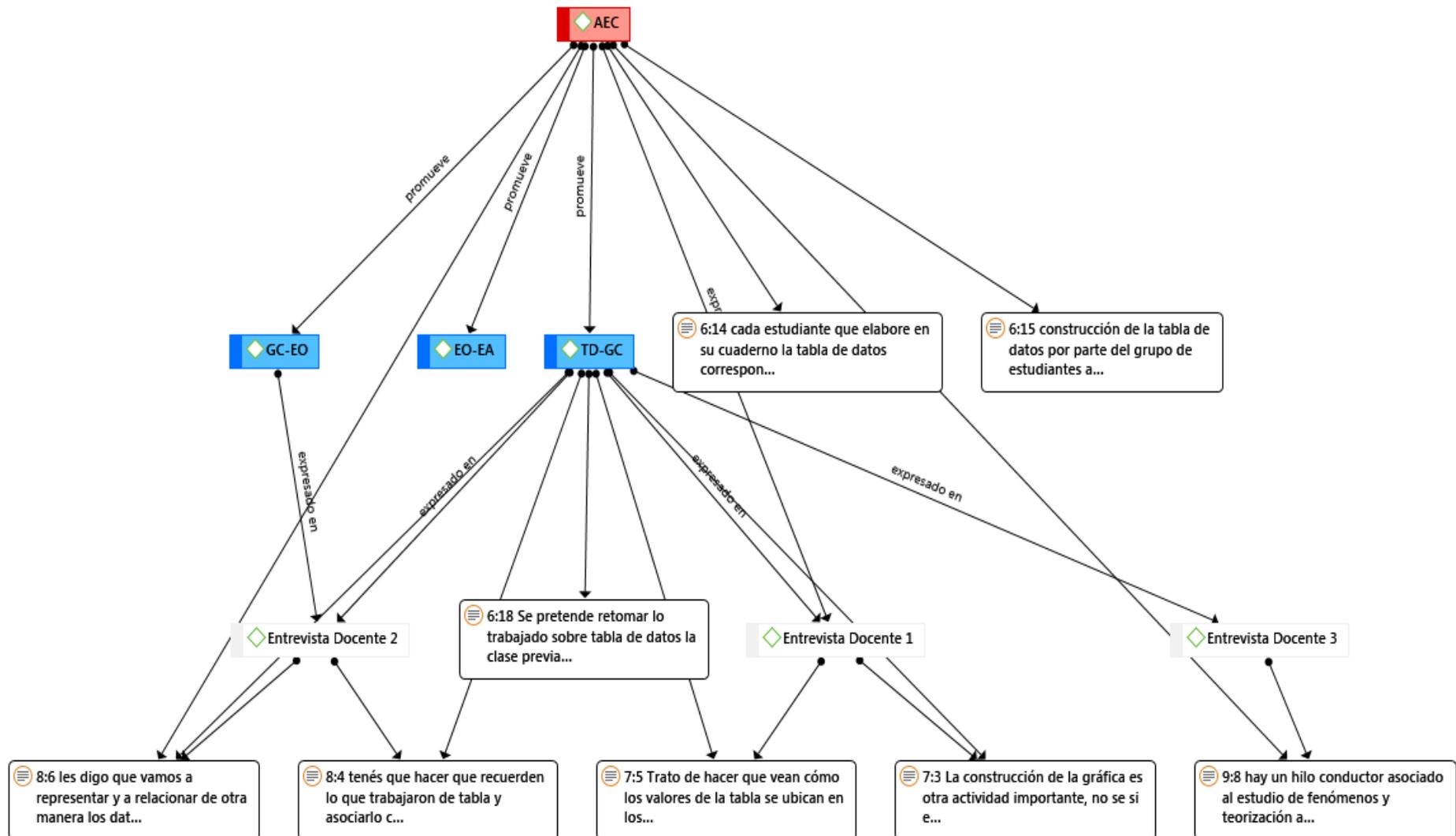
Fuente: análisis de datos.



**Ilustración 13: Red de análisis que evidencia la construcción de marco interpretativo común.**

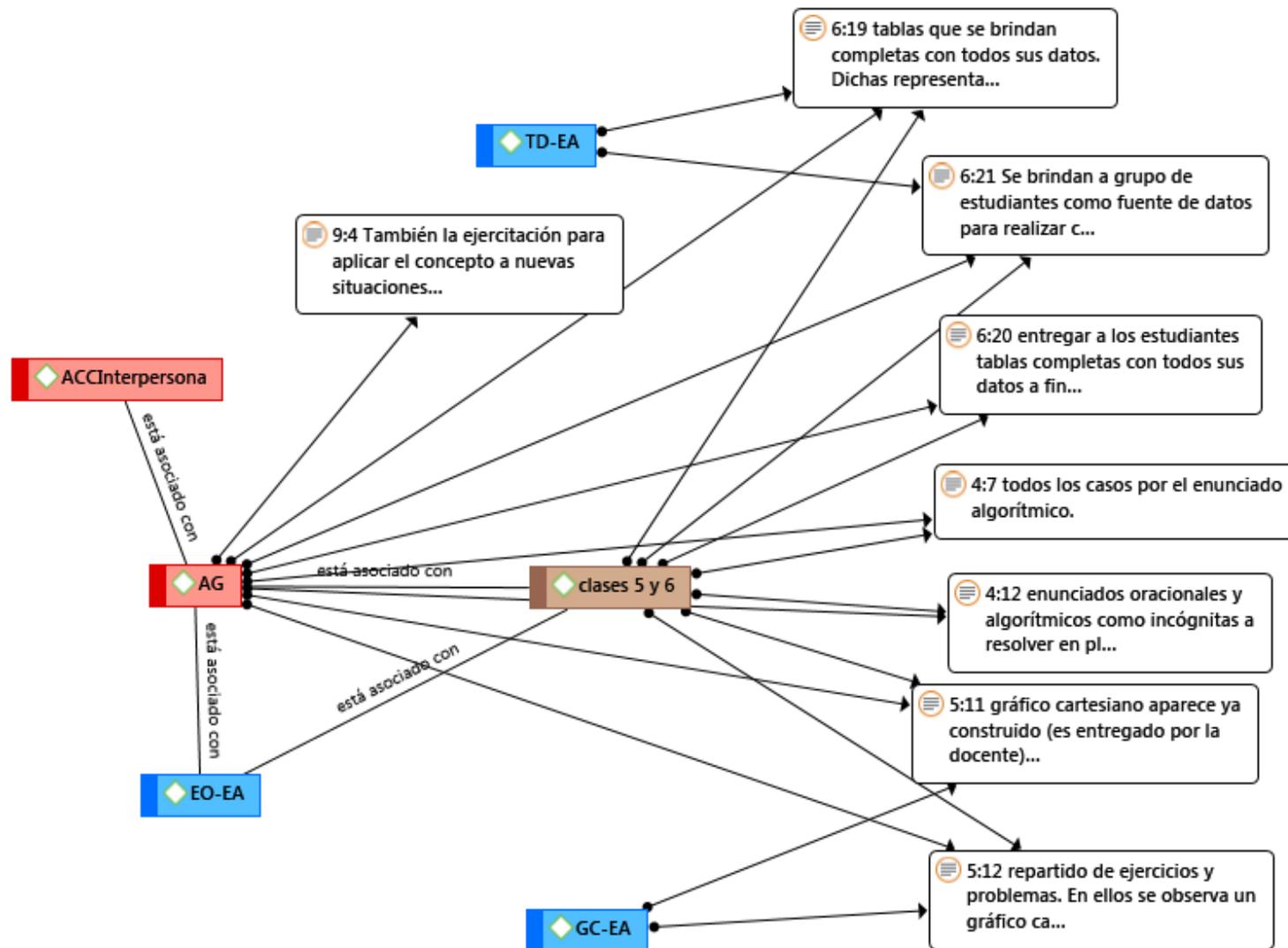
Elaboración propia.

Fuente: análisis de datos.



**Ilustración 14: Red de análisis que evidencia la continuidad del marco interpretativo común**

Elaboración propia. Fuente: análisis de datos.



**Ilustración 15:** Red de análisis que evidencia la conversión de representaciones como herramienta para resolver problemas. Elaboración propia. Fuente: análisis de datos.