



# Las representaciones conceptuales del profesor de Ciencias II (énfasis en Física) y su interrelación con la explicación y argumentación en Física.

**Abraham Mellado Alzaga**

Secretaría de Educación Pública-Secundarias Generales  
oriana98@hotmail.com

**Julio Cuevas Romo**

Universidad de Colima  
jcuevas0@ucol.mx

## **Resumen.**

En este trabajo se presenta un estudio sobre las representaciones conceptuales de los profesores de Ciencias II, de Educación Básica, nivel de Secundaria y su influencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la construcción de la explicación y argumentación física. Se lleva a cabo aplicando la técnica de las Redes Semánticas Naturales (RSN), más un agregado de preguntas orientadoras para afinar significados, y de parámetros estadísticos como auxiliares para la formación del núcleo semántico o grupo SAM.

**Palabras claves:** Representaciones mentales, enseñanza de la Física, semántica.

## **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo es una investigación del campo de la Física Educativa. El interés sobre la realización, es para construir un marco teórico para enfrentar los problemas que se presentan en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA), bajo los lineamientos de los propósitos del Plan y Programa de Estudios 2011, los cuales buscan desarrollar en los estudiantes de Educación Secundaria, competencias asociadas al pensamiento científico, es decir, una forma de pensar a través de la construcción de explicaciones y argumentos

**TEMA: TEORÍA, FILOSOFÍA, HISTORIA Y EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA**

basados en evidencias, excluyendo la superstición, el mito y la intervención de divinidades, basada en modelos soportados por una argumentación y explicación física, que recaigan en una serie de conceptos físicos y en su manejo lógico-matemático, considerando una ley natural, la predicción, las relaciones de causalidad, azar y estadística, y dando lugar al aporte y búsqueda de evidencias observacionales y experimentales y que sea contrastable y compatible con el conjunto de conocimientos científicos que se tienen.

Dentro del PEA, las representaciones conceptuales que posee el profesor son de vital interés, dado que constituye la armazón sobre la cual enmarca y caracteriza su práctica docente, su actuar e interactuar con los contenidos curriculares y con los estudiantes.

Para llevar a cabo este estudio, se consideran que en las representaciones conceptuales del docente, están inmersas las construcciones que tiene sobre la Física o pensamiento docente espontáneo, ubicada dentro de la memoria semántica. Esta memoria semántica, se investigará con una técnica de análisis denominada análisis de Redes Semánticas Naturales (RSN), e ubicándolo en un proceso denominado Fisicización.

## Contenido

En la experiencia como docente, los problemas más recurrentes están ligados a las preguntas del cómo y con qué enseñar los contenidos curriculares o programáticos propuestos, que en este caso en el nivel de Educación Básica, así como la evaluación del aprendizaje de los mismos. Problemas que se sobrellevan, más con apoyo en la experiencia obtenida a través de la práctica docente directa, que en algún referente teórico. Es ejercer una docencia pragmática, de hecho, de experiencia.

Esfuerzos para contrarrestar dicha situación, se han llevado a cabo en las reformas educativas. En México se tiene una muy importante que corresponde a la Reforma Educativa de 1993 (SEP, 1993; SEP, 2001), y cuyas propuestas se han ido delimitando en la del 2006, hasta terminar con la del 2011. Esta propuesta es innovadora y significativa, porque trata de romper el esquema de enseñanza basada en “una clase de tradicional” (Jara, 2005).

Dentro de la problemática, se identifica la relacionada con la interacción que hay entre la Física y la Matemática, y las representaciones conceptuales que tiene el profesor sobre esta interrelación, así como su influencia en la explicación y argumentación física. Estos últimos aspectos se ven reflejados en aspectos relacionados con el manejo matemático de la estructura conceptual de la Física, (su lenguaje, sus herramientas, la acción deductiva y

de razonamiento, el análisis y guía en la experimentación, y como marco conceptual para la explicación, de argumentación, así como la de predicción de la Física (Cantoral 2001; Hecht, 1987)), y cómo se desenvuelve en el aula, durante el PEA.

Los participantes en el estudio son profesores de Educación Básica que imparten la asignatura de Ciencias II (énfasis en Física), que comprende los niveles de Educación Secundaria y Telesecundaria, Secundaria General y Técnica. Profesores con características muy variadas, (historial de trabajo, estudios, preparación, antigüedad, permanencia o años de servicios), ya que abarcan desde profesores egresados de la Escuela Normal de Licenciatura en Educación Primaria del Estado (ENLEP), Escuela Normal Superior del Estado de Chiapas (ENSCH), hasta profesores ligados a alguna licenciatura en ingeniería.

Los objetivos que se persiguen los siguientes:

- Explorar las representaciones conceptuales o semánticas que posee el docente acerca de la Física, la Matemática enfocándose hacia su interrelación.
- Explorar cómo el profesor (re)construye, con base en sus representaciones conceptuales o semánticas, la explicación y la argumentación dentro del PEA de la Física.
- Analizar cómo concibe el docente la interrelación entre la Física y la Matemática según lo planteado en el Plan y Programa de estudio (SEP, 2011).

Los estudios e investigaciones relacionadas con la problemática planteada, van desde investigaciones cualitativas, cuantitativas, hasta investigaciones con metodología mixta. Entre sus conclusiones de mayor importancia ha sido la identificación del Pensamiento Docente Espontáneo, también conocido como Docencia del sentido común y de sus características (Gil, et al., 1999). En este, se encuentran embebidas sus representaciones conceptuales sobre la Física. Es este bagaje cognoscitivo que se estudia. La razón del interés sobre estas representaciones conceptuales, es porque están presentes, se manifiestan como parte de la actividad docente, y están unidas a la noción sobre la relación entre la Física y la Matemática (Hewitt, 2007).

Para el análisis de estas representaciones conceptuales, se armó un marco teórico donde se construyó un proceso denominado “fiscatización”, a semejanza del que se tiene en el campo de la Matemática. El proceso de fiscatización (fig. 1) inicia con las observaciones que se hacen de los fenómenos que acontecen en nuestro alrededor (como es la sucesión del día y la noche, la temporada de lluvias, la dureza de los materiales, su transparencia, lejanía y ubicación del alimento, etc.), y que están asociadas a las actividades universales

ambientales de contar, medir localizar, diseñar, etc., (Bishop, 1999). Estas observaciones son estímulos percibidos vía los sentidos, y se da a nivel principalmente fenomenológico. Dichas observaciones se registran, pero desde el punto de vista de la Física, se selecciona o se considera una cierta información característica del fenómeno, que se identifica bajo el nombre de propiedad, y se agrupan bajo el nombre de datos. Todo lo cual va teniendo un cambio continuo bajo procesos de raciocinio y matematización hasta obtener representaciones matemáticas de tipo funcional.

Los métodos aplicados poseen técnicas enfocadas a conocer las representaciones conceptuales del profesor ubicadas en la memoria semántica, y además, la movilización de éstas representaciones cuando se construye una explicación y argumentación física durante el PEA de esta asignatura. La investigación se apoya en una metodología descriptiva, de enfoque cualitativo-cuantitativo, donde se aplica el método Distsem (abreviatura de Distancia semántica), con el cual se lleva a cabo la exploración y análisis de la memoria semántica. El método utiliza la técnica de análisis de Redes Semánticas Naturales (RSN), con cuestionarios con preguntas abiertas, y con apoyo de preguntas orientadoras, entrevistas personales semi-estructuradas y videograbaciones de clases del profesor.

Las palabras o conceptos detonantes, los cuales fueron los siguientes:

- |                          |                |
|--------------------------|----------------|
| 1) Explicación física.   | 5) Física.     |
| 2) Argumentación física. | 6) Matemática. |
| 3) Fórmula física.       | 7) Predicción. |
| 4) Ecuación matemática.  | 8) Análisis.   |

El fundamento de la técnica del análisis de RSN, está unida a la interacción interdisciplinaria entre la Psicología, la Inteligencia Artificial y de la Pedagogía. Cada una de estas ciencias, hace su aporte, tanto teórico como experimental, que al final sustenta esta técnica, desde sus instrumentos, hasta sus procedimientos y análisis. Se tiene que, por parte de la Psicología, su aporte es sobre la actividad cognoscitiva del ser humano, que se ha resumido en un modelo que tiene por nombre MNESIS Por parte del campo de la Computación, sus aportaciones son sobre la información obtenida de los estudios de Collins y Quillian (citado por García y Jiménez, 1996, p. 344; Vivas, 2007), acerca de las redes neuronales y su relación con la Inteligencia Artificial proporcionando un modelo computacional de la memoria humana, en el cual la memoria semántica está constituida por dos elementos básicos: los nodos, que son los conceptos, y los arcos, que son las interrelaciones entre los

nodos, y estos dos elementos, se hallan configurando una estructura semejante a una red. Y en lo educativo, se coincide con Silva Arciniega (2000, citado por Zermeño et. Al, 2005, p. 308), quien las propone como medio para estudiar los significados a través palabras detonadoras interrelacionadas con preguntas orientadoras abiertas. En general, se tiene que la aplicación de esta técnica en Educación, ha servido en la evaluación de los estudiantes acerca de la apropiación de conocimientos específicos (García y Jiménez, 1996).

La exploración y construcción de la red semántica que tiene el profesor que imparte la asignatura se compara con la que se obtiene, utilizando los mismos cuestionarios, con la construida por los expertos, en este caso, con dos doctores en Física que son investigadores y docentes en la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Para eso, en esta investigación, se proponen para el análisis de la información obtenida con los instrumentos aplicados y los siguientes parámetros propuestos por Figueroa et al., (1982b, citado por García 1996, p. 346) y Valdez (1998) para las Redes Semánticas Naturales (RSN):

Los instrumentos constan de siete partes que abarcan lo siguiente:

- 1) Cuestionarios.
- 2) Entrevistas semi-estructuradas y abierta.
- 3) Videgrabaciones de una sesión de clase a los profesores de Secundaria.

## **Conclusiones.**

En lo referente hacia lo que es la Explicación física, las representaciones conceptuales de los profesores están en tres variantes: la primera, con dos palabras detonantes —Argumentación física y Análisis— lo que cabría decir que son consideradas como sinónimas; en segunda instancia, se relacionan con conceptos físicos o científicos (11 en total de 22), y conceptos físicos específicos (7), y solamente con uno matemático, y con el manejo gráfico de los datos (1), no con el manejo de modelos matemáticos. A partir de la segunda definidora se observa una variación conceptual marcada, ya que se incluyen conceptos físicos (Fuerza, Peso, Inercia, Movimiento), conceptos teóricos (Hipótesis, Teoría) como conceptos fenomenológicos (Fuerza corporal, Cotidiano) en las definidoras.

De la comparación de los núcleos de las redes semánticas o grupos SAM de los expertos, se encuentran diferencias marcadas, ya que en esta grupo SAM, no hay referencias a conceptos físicos y tampoco matemáticos, sino que se refieren a procesos mentales, y uno

matemático muy comentado en la literatura: Truco o ajuste artificial de las expresiones matemáticas para que representen un modelo físico (Hecht, 1987). En el caso de los Estudiantes de la licenciatura de Física, hay una tendencia hacia el pensamiento de los expertos. Por otro lado, el núcleo de la red semántica de los profesores con los expertos y los estudiantes de la licenciatura, se observan dos definidoras comunes con los expertos (Explicación y Fórmula), lo que genera un consenso  $Q_{ex}=6.7\%$ , que contraste marcadamente con la de los estudiantes de licenciatura de Física, donde se encuentran tres definidoras comunes (Expresión, Pensamiento e Ideas) dando un consenso del  $Q_{es}=22.2\%$ , aproximadamente tres veces y media en relación con los expertos, lo que apoya la idea de una mayor interrelación, es decir, una estructura semántica semejante entre estos dos grupos (profesores y estudiantes de la licenciatura de Física), pero a su vez, una gran diferencia entre el pensamiento que prevalece entre los expertos.

Además, se puede comentar, que explicación y la argumentación física, en la estructura semántica del profesor, no muestra conexiones hacia la construcción de un modelo funcional (Camacho, 2001; Cantoral, 2001), lo que implica que el proceso de fisicización, como se propone en la fig. 1 no se completa, quedando el proceso en la etapa de la cuantificación o del Praediciere como esquema, caracterizada por ser una etapa operativa (medir, registrar, observar, anotar, entre otras), más que de análisis de abstracción, o de la construcción de modelos.

En contraste, se tiene que para la Argumentación física, hay una relación explícita con respecto a cuatro palabras detonantes —Explicación, Analizar, Predicción y Argumentación física—, en ese orden de aparición en la tabla o grupo SAM de la palabra detonante Argumentación física, lo que es indicativo que hay una diferencia de  $44.5\%$ , resultado de  $FMG=72.1\%$  a  $FMG=27.6\%$ , lo que representa un poco más del  $40\%$  en distancia conceptual, interpretándose que la argumentación física es una explicación apoyada en un análisis, más que una predicción sobre el acontecer de algún proceso físico.

## Referencias

- Bishop, A. (1999). *Enculturación matemática. La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Barcelona: Paidós.
- Camacho, A. (1994).  *$f(x) \approx \text{fenómeno físico}$* . Notas de clase. Instituto Tecnológico de Chihuahua II, Chihuahua. México: Educación Matemática, Vol. 6, No. 1, Abril 1994.

- Cantoral, R. (2001), *Matemática Educativa. Un estudio de la formación social de la Analiticidad*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- Eustache, F y Desgranés, B. (2014). Hacia un modelo unificado de la memoria en *Mente y Cerebro, Cuadernos*, 3° cuatrimestre de 2014, Núm. 9. Barcelona: Prensa Científica.
- García, B. y Jiménez, S. (1996). Redes semánticas de los conceptos de presión y flotación en estudiantes de bachillerato en *Revista Mexicana de Investigación Educativa (RMIE)*, Vol. 1, núm. 2
- Gil, D. (1999). *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona, España: Multimedia, Libros y Comunicaciones
- Hecht, E. (1987). *Física en perspectiva*. E.U.A.: Editorial Addison-Wesley Iberoamericana,
- Hewitt, P. (2007). *Física Conceptual*. México: Pearson Educación.
- Hinojosa, G. (2008). *El tratamiento estadístico de las redes semánticas naturales*. Revista Internacional de Ciencia Sociales y Humanidades. SOCIOTAM. Vol. XVIII,
- Jara, S. (2005). *Investigación en la enseñanza de la Física*. México: Revista Electrónica Sinéctica
- SEP (1993), *Plan y programas de estudio. Educación Básica. Secundaria*. Primera reimpresión 1997. México:
- SEP (2001), *Física. Libro para el maestro. Educación Secundaria*. México.
- SEP (2006). *Ciencias. Educación básica. Secundaria. Programa de Estudio*. México.
- SEP (2011). "Programas de estudio 2011. Guía para el maestro. Educación Básica. Secundaria. Ciencias. México.
- Valdez, M. J. L. (1998). *Las redes semánticas naturales: usos y aplicaciones en psicología social*. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Vivas, J. (Comp.) (2009). *Evaluación de redes semánticas. Instrumentos y aplicaciones*. Argentina: Editorial de la Universidad Nacional de Mar del Plata.
- Zermeño, A.I.; Arellano C, Ceballos A. y Ramírez V. (2005). *Redes Semánticas Naturales: Técnica para representar los significados que de los jóvenes tienen sobre la televisión, internet y expectativas de vida*. México: Universidad de Colima

## Tablas y figuras

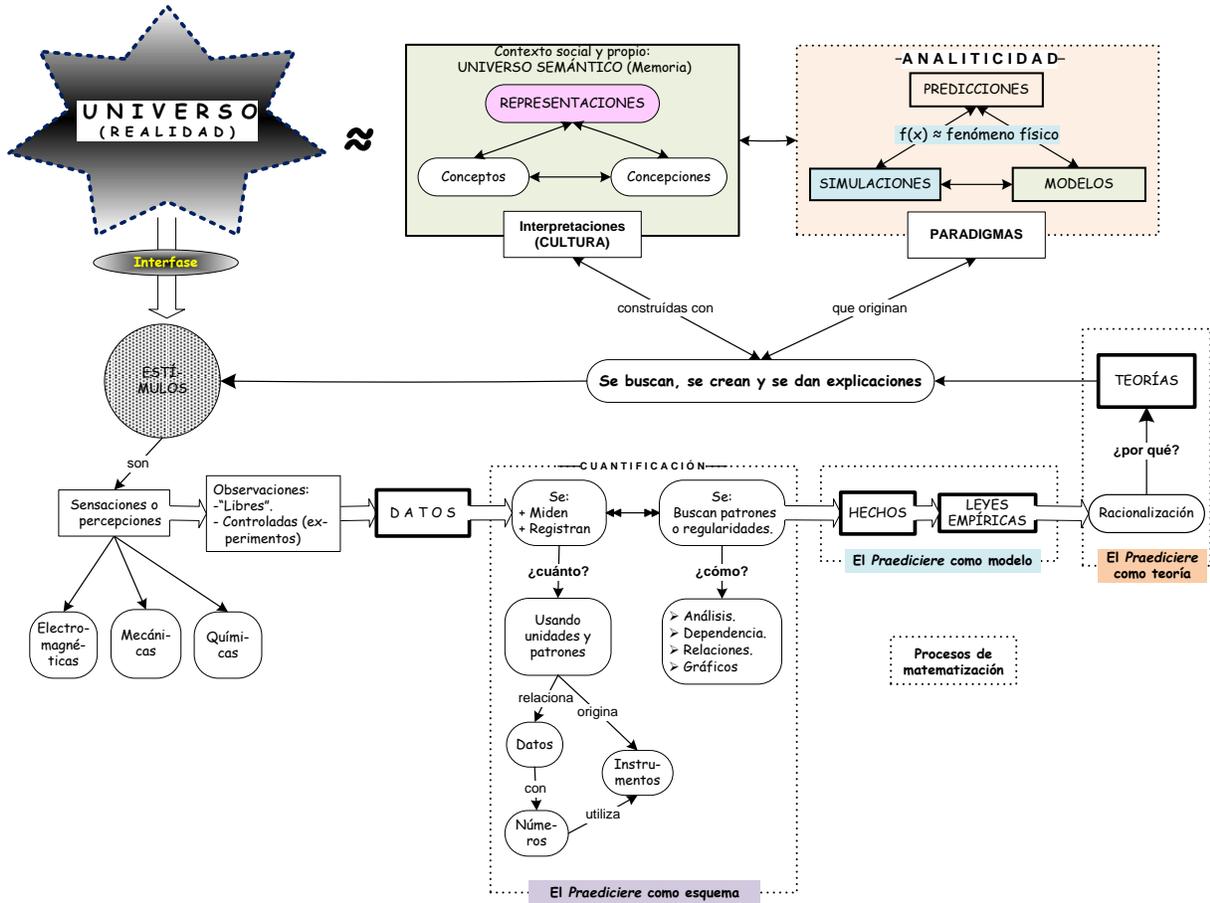
**Tabla I. Parámetros utilizados en el análisis de RNS.**

Símbolo	Significado	Información aportada
J	Representa el valor total de palabras o riqueza semántica de cada tabla o grupo SAM formado	Es el total de palabras definidoras diferentes en la red de cada tabla o grupo SAM. Son las palabras que definen o precisan al concepto estímulo o detonante.
M	Valor o peso semántico de cada concepto o palabra definidora.	Valora y representa la significatividad que tienen los conceptos dados en el grupo SAM de núcleo de la red semántica.
FMG	Distancia semántica a la que se encuentran las palabras definidoras.	Es la puntuación expresada en porcentajes y corresponde comúnmente a diez pesos semánticos o "M" más alto.
Tabla o grupo SAM	Es la tabla en donde se indican y agrupan los conceptos (generalmente 10) con mayor peso semántico o valor "M".	Conjunto de palabras o concepto equivalente a la palabra detonante o concepto investigado, y es el fundamento de la red para un grupo SAM dado. Es el núcleo de la RSN para el concepto indicado.
G	Densidad conceptual Este parámetro.	Indica la dispersión o compactación del conocimiento expresado en cada grupo.

**Tabla III.2. Parámetros agregados para el análisis de RNS.**

Símbolo	Significado	Información aportada
Q	Consenso grupal.	Indica el grado de relación en la posición y el tipo de nodo entre dos o más grupos. Se expresa en porcentaje. Se puede usar entre las palabras definidoras generadas en el pre y en el pos test de un mismo grupo de profesores.
B	Es el valor o su riqueza semántica de una tabla o grupo SAM determinado, y para cierto concepto o palabra detonante en particular.	La riqueza semántica de cada grupo SAM, y se utiliza para comparar los diferentes tablas o grupos SAM.
C	Es el valor de consenso que pueda existir sobre un concepto específico (o palabra estímulo) entre diferentes conjuntos de personas.	En nivel de consenso sobre un concepto específico de los grupos SAM comparados. Este es un índice de consenso de cada sujeto con su grupo
Fa	La frecuencia absoluta con que aparece una definidora en la Tabla SAM.	Indica la cantidad de veces que se repite la definidora en el conjunto de palabras aportadas.
Fr	Es la frecuencia relativa en que aparece dicha definidora en la Tabla SAM.	Es el valor de las veces que aparece la palabra definidora como una razón entre la frecuencia absoluta y el número de participantes.





El proceso de "FISICATIZACIÓN" en Física

HECHT, Eugene (1987) "Física en perspectiva".  
CANTORAL, Uriza Ricardo (2001) "Matemática Educativa"

Figura 1. La "Fisicización"



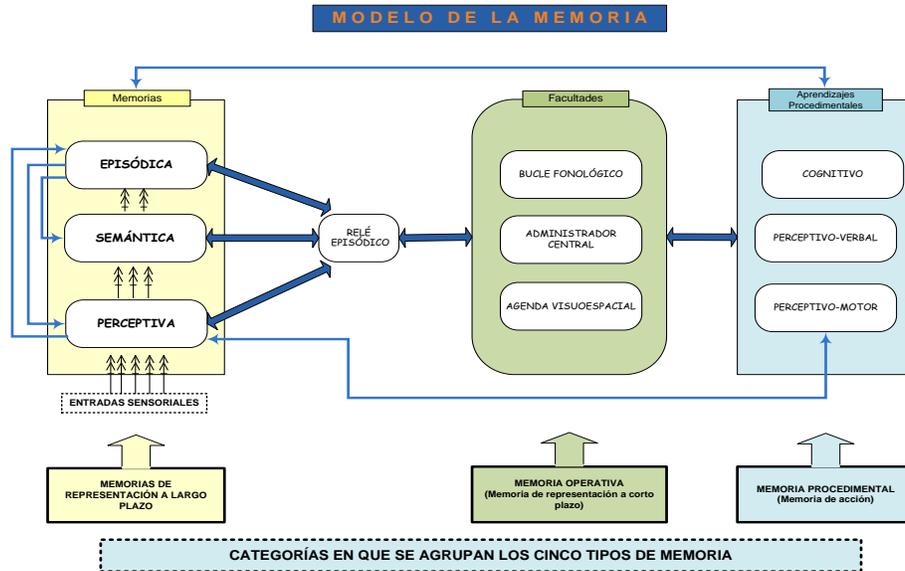


Figura 2. Modelo MNEISIS (Eustache y Desgranges, 2014, p. 7)

