

LA TEORÍA CONCEPTUAL COMBINADA APLICADA A LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Jorge Rosendo Flores Herrera

*Departamento de Física. Escuela Superior Politécnica del Litoral, km 30,5 Vía Perimetral
Guayaquil, Ecuador
flojorge@gmail.com*

Artículo recibido: septiembre, 2013 **aceptado:** noviembre, 2013

Resumen: El propósito de este trabajo fue construir una red de integración conceptual utilizando la Teoría Conceptual Combinada de Gilles Fauconnier y Mark Turner, para lograr la integración de un dominio de la Física partiendo de un dominio de la Matemática. La red de integración conceptual se presenta con la entrada uno que engloba la integral de una función y con la entrada dos que engloba la integral del trabajo, el espacio genérico y el espacio combinado, con sus respectivas conexiones.

Palabras Claves: *Teoría conceptual combinada, espacio mental, entradas, espacio genérico, espacio combinado.*

Introducción

La actividad intelectual más relevante en el estudio de la Física, es la construcción y evaluación de modelos, que ayuden a representar la realidad; para ello los físicos se apoyan en la Matemática, la cual es la herramienta más importante para interpretar cuantitativamente los mismos. En consecuencia, el aprendizaje de las Ciencias Naturales en general y de la Física en particular requiere que los estudiantes comprendan la Matemática. Es decir, ellos tienen que manejar dos dominios: el dominio de la Física, que estudia la naturaleza de la materia y sus interacciones (Chavay & Sherwood, 2011) y el dominio de la Matemática, que estudia el número, la forma, el movimiento, el cambio y el espacio (Devlin, 2000).

Esta situación supone altas demandas cognitivas en los estudiantes y por ello los mismos tienen dificultades para relacionar las integrales de la física con las integrales de la matemática. Esto no sucede por la ausencia de prerrequisitos, sino por la falta de integración de los espacios mentales de los dos dominios (Bing & Redish, 2007).

Por lo tanto, el propósito de este trabajo fue construir una red de integración conceptual utilizando la Teoría Conceptual Combinada de Gilles Fauconnier y Mark Turner, para lograr la integración de un dominio de la Física partiendo de un dominio de la Matemática.

Revisión de la literatura

Para estudiar la interacción entre estos dos dominios, se propone recurrir a la Semántica Cognitiva, que es un campo de

estudio que está concernido con la investigación de las relaciones entre el lenguaje humano, la mente y la experiencia (Evans & Green, 2006).

Los principios que guían la Semántica Cognitiva son: (1) La estructura conceptual funciona como un todo, esto significa que la construcción de la realidad esta mediada en gran medida por la experiencia; (2) La estructura semántica es una estructura conceptual, esto significa que el lenguaje se refiere a los conceptos que están en la mente de la persona que habla, antes que en el mundo real externo; (3) La representación del significado es enciclopédico, esto significa que la estructura semántica es como un gran diccionario y que los conceptos sirven como punto de entrada al vasto repositorio de conocimiento; (4) La construcción del significado es la conceptualización, esto significa que el lenguaje no codifica significados, las palabras sirven solamente como alertas para la construcción de significados.

Entre las teorías y enfoques de la Semántica Cognitiva, se encuentra la Teoría Conceptual Combinada, desarrollada por Gilles Fauconnier y Mark Turner, esta teoría permite construir una red de integración conceptual, para facilitar la conceptualización en un dominio de la Física partiendo de un dominio de la Matemática.

Espacios mentales

Una teoría relacionada con la Semántica Cognitiva, es la Teoría de los Espacios Mentales, desarrollada por Gilles Fauconnier. Este enfoque sostiene que los espacios mentales son constructos con estructuras sometidas a continuas modificaciones, que se construyen cuando pensamos y hablamos,

permitiendo una partición fina de nuestro discurso y de las estructuras del conocimiento. Además, el lenguaje guía directamente la construcción del significado en un determinado contexto (Fauconnier, 2002). En esta teoría, la construcción de significados se refiere a las operaciones complejas de alto nivel, que se aplican dentro y a través de los dominios, cuando las personas piensan, actúan o se comunican (Fauconnier, 2006).

La Teoría de los Espacios Mentales considera que la construcción de significados, es un proceso conceptual y para construir los mismos es necesario conectar los espacios mentales para lograr la conceptualización.

Más adelante, Gilles Fauconnier y Mark Turner crearon la Teoría Conceptual Combinada, también llamada Integración Conceptual. Esta teoría sostiene que la red de integración contiene los siguientes elementos: Dos entradas, la primera entrada se denomina “dominio fuente” y la segunda entrada se denomina “dominio blanco”, el espacio genérico y el espacio combinado (Fauconnier & Turner, 2006).

Materiales y Métodos

Procedimiento

El procedimiento para construir el espacio combinado es el siguiente: Primero se determinan los componentes del dominio fuente; Segundo se determinan los componentes del dominio blanco; Tercero se realiza la operación de mapeo entre el dominio fuente y el dominio blanco; Cuarto se construye el espacio genérico y Quinto se construye el espacio combinado.

Resultados

Dominio fuente

En el dominio fuente se representa la integral de una función (Matemática) y los elementos del dominio fuente son los siguientes:

- La operación que se realiza en la integral de una función es la integración.
- Los elementos de la integral de una función son: $f(x)$ que representa el integrando y dx que representa la variable de integración.
- El integrando $f(x)$ puede ser constante o variable.
- Los límites de integración están definidos y por lo tanto ella es una integral definida; caso contrario será una integral indefinida y habrá que evaluar la constante de integración.
- Los símbolos en la integral de una función son símbolos matemáticos.
- En la integral de una función el integrando $f(x)$ y la variable de integración dx no tienen unidades.
- La integral de una función representa el área bajo una curva.

Dominio blanco

Para el dominio blanco se considerara la integral del trabajo (Física) y los elementos del dominio blanco son los siguientes:

- La operación que se realiza en la integral del trabajo es la integración.
- Los elementos de la integral del trabajo son: $F(x)$ que representa el integrando y dx que representa la variable de integración. Donde $F(x)$ representa la fuerza y dx representa el desplazamiento.
- El integrando $F(x)$ puede ser constante o variable.
- Los límites de integración están definidos y por lo tanto ella es una

integral definida; caso contrario será una integral indefinida y habrá que evaluar la constante de integración.

- Los símbolos en la integral del trabajo son símbolos físicos.
- En la integral del trabajo el integrando $F(x)$ y la variable de integración dx tienen unidades.

Mapeo

El mapeo se entiende como la correspondencia entre los elementos del dominio fuente y el dominio blanco. Esto significa que los elementos del dominio fuente se proyectan sobre el dominio blanco. Para ilustrar la construcción de la red conceptual se considero como primer dominio la integral de una función en matemática y como segundo dominio la integral del trabajo en física. En este caso el dominio fuente es la integral de una función y a su vez la entrada uno y el dominio blanco es la integral del trabajo y a su vez la entrada dos (Fauconnier & Turner, 2002).

Finalmente, hay que realizar el mapeo para enlazar los puntos comunes entre ambos dominios. En la Figura 1 se muestra el mapeo entre dominios.

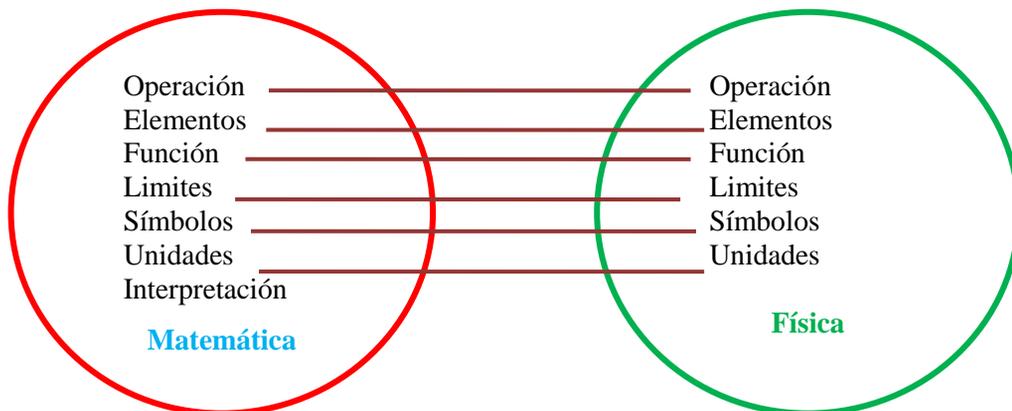


Figura 1. Mapeo entre los dominios de Matemática y Física

Los elementos de cada dominio son enlazados por la operación de mapeo. El mapeo entre dominios es una facultad cognitiva humana única que produce, transfiere y procesa significados.

Además, el mapeo transparenta las relaciones entre dominios y esta en el centro de la construcción de significados. Esta operación permite construir significados a partir de las semejanzas y diferencias que existen entre ambos. El mapeo se utiliza para destacar las partes más importantes de cada dominio. Como puede notarse la interpretación en el dominio fuente esta presente y por lo tanto es accesible. En el dominio blanco la interpretación existe pero no es accesible para los estudiantes. Es

importante recalcar que no todas las integrales que se estudian en la física se pueden interpretar como el área bajo una curva. A manera de ejemplo, se puede citar el cálculo del campo eléctrico a una distancia r de una barra de longitud infinita y con una densidad de carga eléctrica lineal constante. El resultado es simplemente el valor del campo en ese punto y no tiene interpretación como el área bajo la curva. Además, es importante representar gráficamente tanto el dominio fuente como el dominio blanco, para establecer una conexión entre lo visual y lo conceptual.

Las características del dominio fuente y del dominio blanco se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de los dominios

| Características | Entrada 1 | Entrada 2 |
|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Operación | Integración | Integración |
| Elementos | Integrando y Variable de integración | Integrando y Variable de integración |
| Función | Constante o Variable | Constante o Variable |
| Límites de integración | Definidos o Indefinidos | Definidos o Indefinidos |
| Símbolos | Matemáticos | Físicos |
| Unidades | No | Si |
| Interpretación | Área | |

Espacio Genérico

El espacio genérico provee información que es común a ambas entradas y ella se detalla a continuación (Fauconnier & Turner, 2002): En ambas expresiones se indica la operación de integración. En ambas expresiones $f(x)$ y $F(x)$ representan el integrando y dx representan la variable de integración. Tanto $f(x)$ como $F(x)$ pueden ser constantes o variables. Ambas expresiones son integrales definidas, pues en ellas están definidos los límites de integración. En la integral de una función el integrando $f(x)$ y la variable de integración dx son símbolos matemáticos y no tienen unidades. En la integral del trabajo el integrando $F(x)$ y la variable de integración dx son símbolos físicos y tienen unidades.

Espacio combinado

El espacio combinado contiene la estructura emergente; información que no está contenida en cualquiera de las entradas (Fauconnier & Turner, 2002). La estructura emergente en este caso es interpretar la integral del trabajo (Física) como el área bajo una curva del mismo modo que la integral de una función (Matemática). La integral del trabajo representa el área bajo la curva Fuerza – Desplazamiento entre el límite inicial y final.

En el Anexo 1 se representa la red conceptual completa con sus dos elementos de entrada, el espacio genérico y el espacio combinado según el modelo de G. Fauconnier y M. Turner.

También se presenta el modelo gráfico de Coulson & Oakley, el cual tiene cuatro elementos: Los fundamentos donde se indican los participantes y el contexto de la situación; el espacio de presentación

que corresponde al dominio fuente; el espacio de referencia que corresponde al dominio blanco; el espacio combinado, similar al espacio combinado de G. Fauconnier y M. Turner. Este modelo no tiene espacio genérico (Coulson & Oakley, 2005).

En el Anexo 2 se muestra la red conceptual aplicada a la educación según el modelo de S. Coulson y T. Oakley.

Conclusión

La aplicación de la Teoría Conceptual Combinada de Gilles Fauconnier y Mark Turner permitió determinar la red conceptual para la integral del trabajo; la estructura emergente que aparece es interpretar la integral del trabajo como el área bajo la curva Fuerza – Desplazamiento. La construcción de esta red conceptual permite al profesor planificar y desarrollar una clase de Física que involucre el dominio de la Matemática siguiendo el modelo de Robert Gagne y mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Referencias

- Bing, T. y Redish, E. 2007. *The cognitive blending of Mathematics and Physics knowledge*. 2006 Physics Education Research Conference. AIP Conference Proceedings, 883, 26-29.
- Chavay, R. y Sherwood, B. 2011. *Matter and interaction I: Modern Mechanics*. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY.
- Coulson, S. y Oakley, T. 2005. Blending and coded meaning: Literal and figurative meaning in cognitive semantic. *Journal of Pragmatics*, 37, 1510-1535.
- Devlin, K. 2000. *The Math Gene*. (Basic Books, New York, NY.

Evans, V. & Green, M. 2006. *Cognitive linguistic: An Introduction*. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Mahwah, NJ.

Fauconnier, G. & Turner, M. 2002. *The way we think: Conceptual blending and the mind's hidden complexities*. Basic Books, New York, NY.

Fauconnier, G. 2006. *Mappings in thought and language*. Cambridge University Press, New York, NY.

Fauconnier, G. 1994. *Mental spaces*. Cambridge University Press, New York, NY.

Turner, M. 2000. La neuroscienze cognitive de la créativité. Lectures at the College de France, Disponible en

<http://ssrn.com/abstract=1291129>. (Consultado el : 12/05/2011).

Turner, M. 2000. La perspicacité et la mémoire. Lectures at the College de France, Disponible en <http://ssrn.com/abstract=1291127>. Consultado el : 12/05/2011).

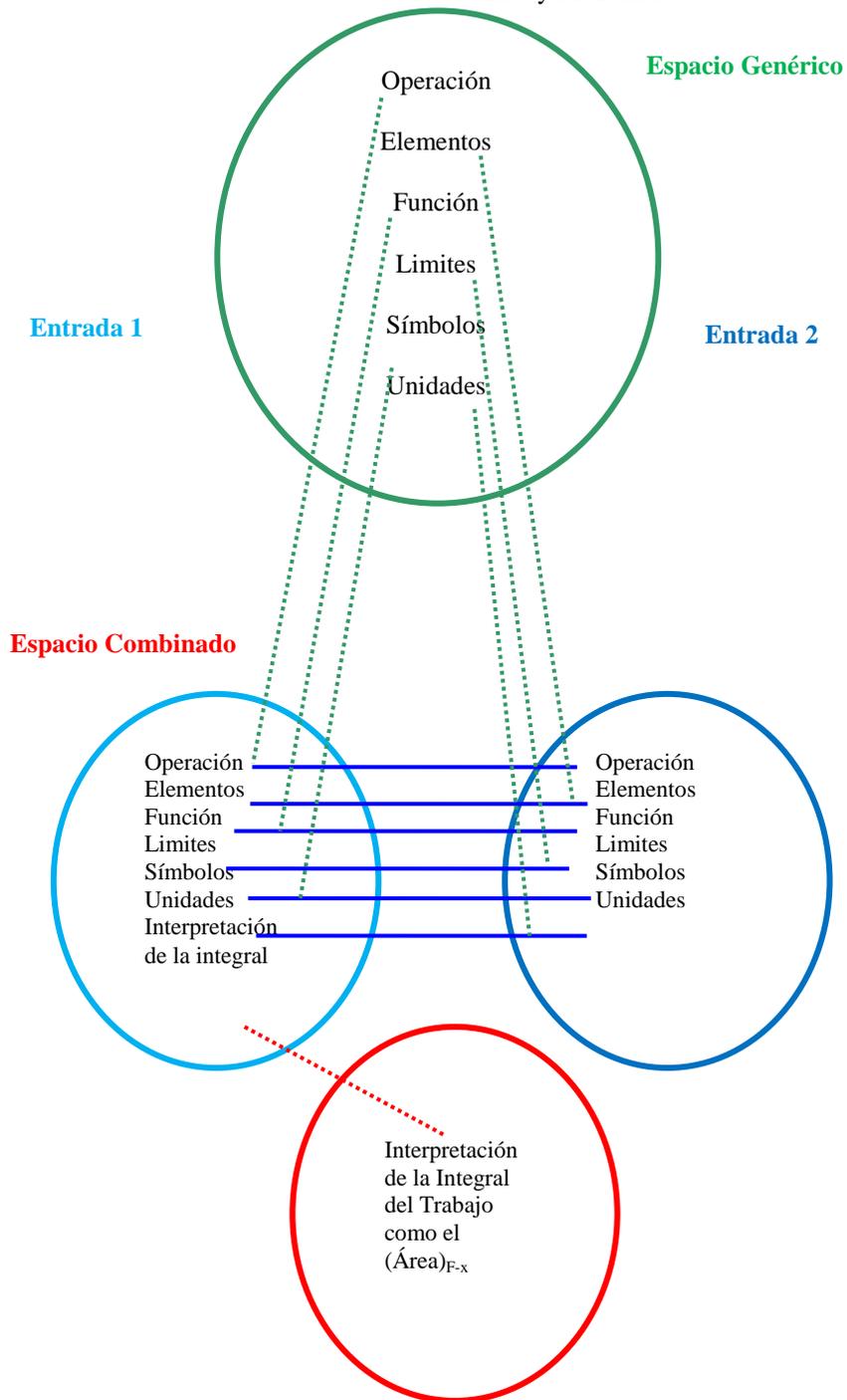
Turner, M. 2000. L'imagination et le cerveau. Lectures at the College de France, Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1291762>. Consultado el : 12/05/2011).

Turner, M. 2000. L'invention du sens. Lectures at the College de France, Disponible en <http://ssrn.com/abstract=1291089>. Consultado el: 12/05/2011).

ANEXOS

Anexo 1

Modelo de G. Fauconnier y M. Turner



Anexo 2

Modelo de S. Coulson y T. Oakley

