

Plan de clase para la enseñanza de la integral del trabajo.

Jorge Flores Herrera

Fecha de recepción:

1 de abril, 2014

Fecha de aprobación:

5 de junio, 2014

Resumen

El propósito de este trabajo fue presentar un plan de clase, fundamentado en la Teoría Conceptual Combinada de Gilles Fauconnier y Mark Turner, para enseñar la integral del trabajo, siguiendo el modelo instruccional de Robert Gagné. Para el diseño de esta clase se utilizó la red de integración conceptual entre la integral de una función, dominio de la Matemática y la integral del trabajo, dominio de la Física. Luego se diseñó el plan de clase, el cual se fundamenta en la presentación y evaluación de la instrucción y su correspondiente retroalimentación

Palabras claves: Teoría conceptual combinada, categorías de aprendizaje, condiciones del aprendizaje, eventos de aprendizaje, integral del trabajo

Abstract

The purpose of this study was to present a lesson plan, based on the theory of Conceptual Combination by Gilles Fauconnier and Mark Turner, to teach integral of work, following the instructional model of Robert Gagne. For the design of this class, conceptual integration network was used between the integral of a function, domain of mathematics and integral of work, the domain of physics. Then, the lesson plan was designed, based on the submission and evaluation of instruction and the corresponding feedback.

Keywords: combined conceptual theory, categories of learning, learning conditions, learning events, integral of work.

Ing. Jorge Flores Herrera, MSc, Departamento de Investigación Científica, Tecnológica e Innovación, Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, Av. de las Américas 70, Apartado postal 11-33, Guayaquil-Ecuador, flojorge@gmail.com

Introducción

Los profesores de los cursos de física con cálculo, indican que los estudiantes tienen dificultades en la resolución de problemas de Física que involucran el cálculo integral (Redish & Gupta, 2010). Esta situación no se debe a la falta de prerrequisitos, sino por fallas para integrar los dominios de la matemática con la física (Bing & Redish, 2007).

El problema radica en que los estudiantes tienen que manejar al mismo tiempo dos dominios; el dominio de la Física y el dominio de la Matemática., Aparte de que la interpretación, de una expresión Matemática tal como $y = f(x)$ es diferente de la interpretación de una expresión Física tal como $x = x(t)$. A pesar de que ellas tengan la misma forma.

Por lo tanto, para ayudar a los estudiantes a integrar el dominio de la matemática con el dominio de la física, el propósito de este trabajo fue presentar un plan de clase, fundamentado en la Teoría Conceptual Combinada de Gilles Fauconnier y Mark Turner, para enseñar la integral del trabajo, siguiendo el modelo instruccional de Robert Gagné.

Revisión de la literatura

Teoría conceptual combinada

La Teoría Conceptual Combinada, también llamada de Integración Conceptual fue creada por Gilles Fauconnier y Mark Turner. Esta teoría se basa en la Teoría de los Espacios Mentales de Gilles Fauconnier y en la Teoría Conceptual de la Metáfora propuesta por George Lakoff y Mark Johnson. (Evans & Green, 2006).

Los elementos de la red de integración conceptual son los siguientes: La primera entrada se denomina *dominio fuente*, la segunda entrada se denomina *dominio blanco*, el espacio genérico y el espacio combinado (Fauconnier & Turner, 2002). El dominio fuente presenta la integral de una función (Matemática) con sus respectivos elementos. El dominio blanco presenta la integral del trabajo (Física) con sus respectivos elementos. El mapeo que es un proceso que establece la relación entre los elementos de la integral de una función y la integral del trabajo. El espacio genérico al cual concurren los elementos que se encuentran tanto en el dominio fuente como en el dominio blanco. El espacio combinado que contiene el elemento que no es común a ambos. En el Anexo 1 se muestra la red conceptual diagramada según este criterio. (Flores, 2013).

Categorías y condiciones de aprendizaje

En su libro *Las Condiciones del Aprendizaje y Teoría de Instrucción*, Gagné (1985) identificó cinco categorías de aprendizaje que son:

Información verbal, habilidad intelectual, estrategias cognitivas, actitudes, y habilidades psicomotrices. Estas categorías de aprendizaje, denominadas también capacidades, permiten a los estudiantes dar respuestas a los requerimientos de su entorno. Cada categoría es diferente y por lo mismo requiere por parte del profesor, el arreglo de un conjunto de condiciones externas y por parte del estudiante, la disposición de un

conjunto de condiciones internas, para lograr el aprendizaje de cada una de ellas. La combinación de ambas se denomina condiciones de aprendizaje. (pp. 47-48).

Habilidades intelectuales

Las habilidades intelectuales permiten a los estudiantes responder a su entorno a través de símbolos, tales como letras, números, palabras, gráficos o diagramas. El aprendizaje de una habilidad intelectual significa *aprender cómo*. Las habilidades intelectuales son cinco:

- (1) La discriminación que es la habilidad intelectual que hace posible seleccionar a estímulos que difieren uno de otro a lo largo de una o más dimensiones físicas.
- (2) El concepto concreto que es la habilidad intelectual que hace posible identificar un estímulo como un miembro de una clase que tiene alguna característica común. El prerrequisito de esta habilidad intelectual es la discriminación.
- (3) El concepto definido que es la habilidad intelectual que hace posible clasificar alguna clase particular de objetos, eventos o relaciones. El prerrequisito de esta habilidad intelectual es el concepto concreto.
- (4) La regla que es la habilidad intelectual que hace posible demostrar el desempeño de lo aprendido. El prerrequisito de esta habilidad intelectual es el concepto definido.
- (5) La resolución de problemas que es la habilidad intelectual que hace posible generar la solución de un problema. El prerrequisito de esta habilidad intelectual es la regla. (Gagné, Briggs, & Wager, 1988, pp. 43-49).

Eventos del aprendizaje

El arreglo de las condiciones externas se llama eventos del aprendizaje. De tal manera que la interacción entre los eventos del aprendizaje y las condiciones internas van a producir el aprendizaje de las categorías de aprendizaje en los estudiantes. Así mismo definiendo las categorías de aprendizaje que se quieren aprender se pueden establecer las condiciones de aprendizaje para presentar la instrucción (Gagné & Driscoll, 1988).

Planificación de la clase

La planificación de una clase según el modelo de Gagné comprende nueve etapas y en las cuales se indican las actividades que el profesor debe realizar dentro de cada evento y las tareas que los estudiantes deben realizar. A continuación se describen cada una de las nueve etapas.

Lograr la atención

Este evento externo tiene el propósito de preparar a los estudiantes para que estén atentos a lo que ellos van a aprender y también para despertar su interés. La motivación de los estudiantes determina, dirige y apoya lo que van a aprender.

Informar a los estudiantes el objetivo instruccional

Este evento externo informa a los estudiantes que es lo que ellos serán capaces de hacer cuando finalice la instrucción. Especial cuidado debe tenerse al formular el objetivo instruccional para que este concuerde con las actividades que ellos van a realizar.

Estimular el recuerdo del conocimiento previo

Este evento externo tiene el propósito de activar el conocimiento previo de los estudiantes relacionado con el contenido que van a aprender. El conocimiento previo de los estudiantes ayuda o afecta el aprendizaje.

Presentar la clase

Este evento externo tiene el propósito de presentar el contenido a los estudiantes y se lo hace de una manera secuencial.

Proveer guía en el aprendizaje

Este evento externo e interno tiene el propósito de que el estudiante retenga lo aprendido. La práctica relacionada con las metas aumenta la calidad del aprendizaje de los estudiantes. Además, la manera en que los estudiantes organizan el aprendizaje influye en la manera como ellos aprenden y aplican lo que conocen.

Obtener información del desempeño

Este evento externo tiene el propósito de asegurar que realmente los estudiantes han aprendido y para ello se realiza una evaluación formativa.

Proveer retroalimentación

Este evento externo tiene el propósito de informar al estudiante el nivel de dominio alcanzado con respecto al objetivo instruccional formulado. Este paso es importante porque la evaluación acoplada con la respectiva retroalimentación aumenta el aprendizaje de los estudiantes

Evaluar el desempeño

Este evento externo tiene el propósito de evaluar si el estudiante ha aprendido el contenido desarrollado. Esta evaluación es de naturaleza sumativa.

Incrementar la retención y la transferencia

Este evento externo tiene el propósito de procurar que el estudiante retenga la información presentada y sea capaz de transferir lo aprendido a otras situaciones.

Resultados

La aplicación de la teoría conceptual combinada de Fauconnier y Turner y la teoría instruccional de Gagné produjo el siguiente plan de clase.

Lograr la atención

El profesor presenta a los estudiantes la integral del trabajo e indica la importancia de interpretar correctamente esta expresión Física utilizando los conocimientos de Matemática.

$$W_{i \rightarrow f} = \int_i^f F(x) dx \quad (\text{Ecuación 1})$$

Informar al estudiante del objetivo instruccional

El profesor presenta a los estudiantes el objetivo instruccional de la clase y lo declara como: Dada una gráfica Fuerza-desplazamiento calcular el trabajo de una partícula en una dimensión.

Recabar el conocimiento previo y presentar el contenido

El profesor presenta a los estudiantes la integral de una función y la integral del trabajo juntas.

$$I = \int_i^f f(x) dx \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$W = \int_i^f F(x) dx \quad (\text{Ecuación 3})$$

En primer lugar el profesor realiza las siguientes preguntas:

- ¿Qué operación se indica en ambas expresiones?
- ¿Cuáles son los elementos que se encuentran en ambas expresiones?
- ¿Cuál es la naturaleza del integrando en ambas expresiones?
- ¿Qué clase de integral representan ambas expresiones?
- ¿Qué clase de símbolos se indican en ambas expresiones?
- ¿Cuáles son las unidades del integrando y de la variable de integración en la integral de la función?
- ¿Cuáles son las unidades del integrando y de la variable de integración en la integral del trabajo?
- ¿Cuál es la interpretación geométrica del integral de una función?
- ¿Cómo se calcula el área bajo una curva?

Presentar la clase

El profesor explica que la Integral de una función $f(x)$ representa el área bajo la curva entre los límites inicial y final, tal como se muestra en la Figura 1 y se procede de la siguiente manera.

El diferencial de área dA es igual a:

$$dA = ydx \quad (\text{Ecuación 4})$$

Es decir

$$dA = f(x) dx. \quad (\text{Ecuación 5})$$

De donde integrando ambos miembros se tiene que:

$$\int_0^A dA = A = \int_i^f f(x) dx \quad (\text{Ecuación 6})$$

El profesor pregunta si este mismo procedimiento se puede aplicar a la integral del desplazamiento.

El profesor presenta la ecuación de la velocidad de una partícula en una dimensión con aceleración constante $F(x) = 2 + 2x$ y les pide a los estudiantes que construyan el gráfico velocidad–

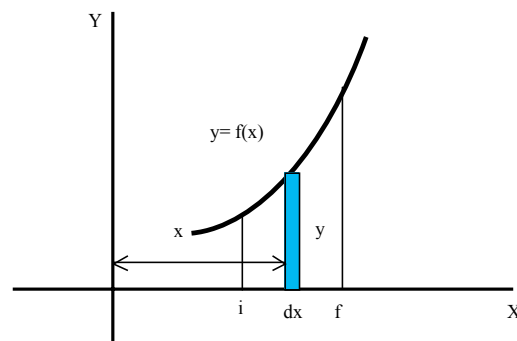


Figura 1. La integral de una función como el área bajo la curva

Tabla 1. Tabla Desplazamiento-Fuerza

Desplazamiento [m]	Fuerza[N]
0	2
1	4
2	6
3	8

tiempo. Les recuerda que la unidad de F es $[N]$ y la unidad de x es $[m]$. El profesor les indica que tienen que construir una tabla de datos; en una columna ponen los valores de x y en la otra columna los valores de $F(x)$. La tabla de datos se muestra en la Tabla 1.

Con estos valores construyen el gráfico Fuerza–desplazamiento utilizando una escala apropiada, como se muestra en la Figura 2.

El diferencial de área dA es igual a:

$$dA = F(x)dx \quad (\text{Ecuación 5})$$

De donde integrando ambos miembros se tiene que:

$$\int_0^A dA = A = \int_i^f F(x)dx \quad (\text{Ecuación 6})$$

Que es igual al trabajo de tal manera que

$$\Delta x = (\text{Área})_{F-x} = \int_i^f F(x)dx \quad \text{Ecuación 7}$$

El profesor indica a los estudiantes que el significado de la integral como el área bajo la curva se conserva tanto en el dominio de la física como de la matemática, solamente en ciertos casos.

El profesor expresa que los ejes del gráfico ya no son y y x sino Fuerza F que está en $[N]$ y desplazamiento x que está en $[m]$.

El profesor indica que el *área* no está en unidades cuadradas $[u^2]$ sino en metros cuadrados $[J]$.

El profesor solicita a los estudiantes que calculen el trabajo como el área bajo la curva Fuerza–desplazamiento entre $x = 1 [m]$ y $x = 3 [m]$.

El profesor pregunta ¿Cuál es la figura geométrica que se forma entre esos puntos?

El profesor solicita a los estudiantes que calculen esa área y que verifiquen las unidades.

El profesor solicita a los estudiantes que comprueben analíticamente el resultado obtenido gráficamente.

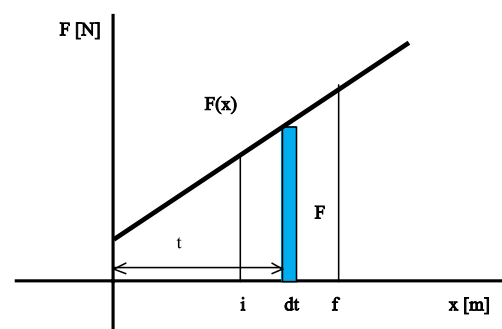


Figura 2. El trabajo como el área bajo la curva.

Proveer guía en el aprendizaje

El profesor solicita a los estudiantes que comparen la integral de una función con la integral del trabajo utilizando el trabajo grupal. En el Anexo 2 se muestra la comparación entre los dominios. Posteriormente los estudiantes exponen los resultados de la comparación.

Obtener información del desempeño

El profesor propone a los estudiantes un problema gráfico para que calculen el trabajo a partir del área bajo la curva $F-x$. Los estudiantes trabajaran grupalmente.

Proveer retroalimentación

El profesor en base al desempeño mostrado por los estudiantes les entregara la retroalimentación respectiva.

Evaluar el desempeño

El profesor propone a los estudiantes un problema gráfico para que calculen el trabajo a partir del área bajo la curva $F-x$. Los estudiantes trabajaran individualmente.

Incrementar la retención y la transferencia

Para incrementar la retención el profesor solicitara a los estudiantes que revisen periódicamente este tema y en la unidad de dinámica de rotación se pedirá a los estudiantes que calculen el trabajo angular para cuerpos en rotación.

Conclusión

Este trabajo pretende mostrar que el uso de la Teoría Conceptual Combinada en conjunto con la estrategia instruccional

de Robert Gagné, es útil para planificar una clase, que permita a los estudiantes relacionar el dominio de las matemáticas con el dominio de la física; además presenta una propuesta práctica a la problemática de la aplicación del cálculo integral en la resolución de problemas de física. Además, la planificación de una clase es un elemento importante en el proceso educativo que asegura que lo programado se cumpla y una vez desarrollada la clase permite la revisión del proceso en caso de que no cumplan los objetivos establecidos. El siguiente paso es diseñar una intervención educativa para determinar la eficacia del plan de clase planteado.

Referencias

- Evans, V. & Green, M. (2006). *Cognitive linguistics: An introduction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publishers.
- Flores, J. (2013). La teoría conceptual combinada aplicada a la enseñanza de la Física. *Revista Científica YACHANA*. 2 (2) 1-8.
- Gagné, R. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Gagné, R., Briggs, L., & Wager, W. (1988). *Principles of instructional design*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Gagné R. & Driscoll, M. (1988). *Essentials of learning for instruction*. Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.
- Redish, E. & Gupta, A. (2009) *Making meaning with math in physics: A semantic analysis*. Recuperado de <http://arxiv.org/pdf/1002.0472v1>.

Anexo 1

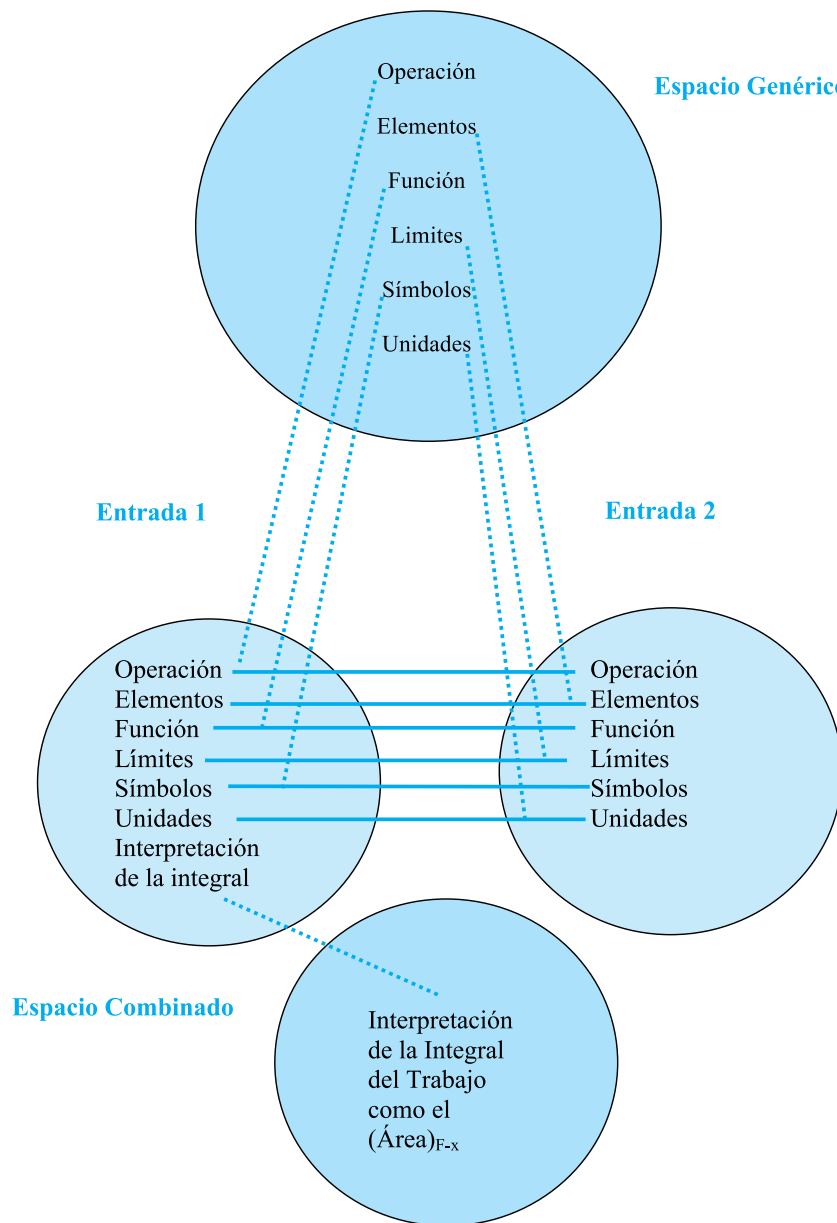


Figura 3. Modelo de G. Fauconnier y M. Turner (tomado de Flores, 2013).

Anexo 2

Comparar la integral de una función con la integral del desplazamiento

Semejanzas

En la integral de una función y en la integral del trabajo tanto $f(x)$ como $F(x)$ representan el integrando. En la integral de una función y en la integral del trabajo tanto dx como dx representan la variable de integración.

En la integral de una función y en la integral del trabajo tanto $f(x)$ como $F(x)$ pueden ser constantes o variables.

La integral de una función y la integral del trabajo pueden ser integrales definidas o indefinidas.

La integral de una función y la integral del trabajo representan un área.

Diferencias

En la integral de una función $f(x)$ y dx son símbolos matemáticos mientras que en la integral del trabajo $F(x)$ y dx son símbolos físicos y por lo tanto tienen diferentes significados.

En la integral de una función $f(x)$ y dx no tienen unidades mientras que en la integral del trabajo $F(x)$ y dx tienen unidades.

En la integral de una función el área se expresa en $[u^2]$ mientras que en la integral del trabajo el área se expresa en $[J]$.

En el gráfico de la integral de una función en el eje de las Y se escribe la función y en el eje de las X la variable x mientras que en el gráfico de la integral del trabajo en el eje de las Y se escribe la Fuerza F con sus respectivas unidades y en el eje de las X el desplazamiento x con su respectiva unidad.

Para citar este artículo utilice el siguiente formato:

Flores, J. (junio, 2014). Plan de clase para la enseñanza de la integral del trabajo. *YACHANA, Revista Científica*, 3(1), 50-58.