

## CONCEPTUALIZACIÓN INICIAL DE LOS CONCEPTOS DE FUERZA Y ENERGÍA

LLANCAQUEO HENRÍQUEZ, A. (1); CABALLERO SAHELICES, C. (2) y MOREIRA, M. (3)

(1) Ciencias Físicas. Universidad Federal do Rio Grande do Sul [allanca@ufro.cl](mailto:allanca@ufro.cl)

(2) Universidad de Burgos. [concesa@ubu.es](mailto:concesa@ubu.es)

(3) Universidad Federal do Rio Grande do Sul. [moreira@if.ufrgs.br](mailto:moreira@if.ufrgs.br)

---

### Resumen

Diversas investigaciones didácticas han mostrado la influencia del conocimiento previo en el aprendizaje de conceptos. En este contexto se realizó un estudio con estudiantes universitarios para indagar dos aspectos del aprendizaje de los conceptos de fuerza y energía. Caracterizar la conceptualización y los grados de comprensión de sus significados al inicio de un curso de física. Participaron en el estudio 62 estudiantes de ingeniería. Los resultados muestran grados de conceptualización insuficiente de los estudiantes para enfrentar situaciones que demandan el uso de estos conceptos. Además, se identifica el predominio de niveles de compresión incipiente y parcial de significados científicos. Estos hallazgos se discuten en el marco de la teoría de campos conceptuales de Vergnaud.

---

### OBJETIVOS

Este presente estudio tiene por objetivos describir la conceptualización del CC de fuerza y energía, e identificar grados de comprensión de sus significados en estudiantes de universidad al inicio de un curso de física.

### MARCO TEÓRICO

En este estudio se usa la teoría de campos conceptuales (TCC) desarrollada para el estudio del aprendizaje de conceptos científicos. En este enfoque lo central de la cognición es la conceptualización organizada en esquemas de asimilación (Vergnaud, 2007). El conocimiento se organiza en campos conceptuales (CC), que las personas asimilan a lo largo del tiempo. Los CC son conjuntos de situaciones, que para su análisis requiere de conceptos, representaciones simbólicas, operaciones de pensamiento y procedimientos que interactúan durante el aprendizaje (Vergnaud, 1990).

Una situación es entendida como tareas y problemas, que determinan los procesos cognitivos. A través de su actuación en situación (forma operativa) un estudiante construye su conocimiento. La enseñanza es fundamental para la interacción entre sus esquemas y los conceptos. El aprendizaje se realiza a través de la mediación por interacción social y el uso de signos e instrumentos planteada por Vygotsky (1995). Vergnaud (1998), destaca la distinción entre conceptos cotidianos y científicos, pues estos últimos permite cambiar el estatuto cognitivo de los invariantes operatorios, de las reglas de acción, de los objetivos, de las anticipaciones e inferencias contenidos en los esquemas. La relación entre aprendizaje y desarrollo cognitivo se explica a través del concepto de zona de desarrollo próximo (Vygotsky, 1989). Así el docente plantea situaciones usando instrumentos de mediación. Por lo tanto, aplicar la TCC en estudios de aprendizaje de conceptos de física, supone enfrentar a los estudiantes a situaciones con diferentes formatos de representación simbólica, e investigar los esquemas que ayudan a la conceptualización y compresión de los conceptos (Caballero, 2004; Moreira, 2002; Greca y Moreira, 2002).

## METODOLOGÍA

### Participantes

La muestra estuvo formada por 62 estudiantes de un curso de Física General de carreras de Ingeniería de la Universidad de La Frontera, Chile.

### Instrumento y procedimiento

Para obtener datos en el sentido de la TCC se elaboró un cuestionario ad-hoc. El cuestionario consta de nueve situaciones que elicitán representaciones de los conceptos. Las preguntas contienen cuatro alternativas de respuesta, elaboradas de acuerdo a una escala que mide cuatro niveles de comprensión. El cuestionario se administró colectivamente en un aula y la aplicación duró 60 minutos.

### Análisis de los datos

Los datos se analizaron mediante dos procedimientos, usados en una investigación de aprendizaje del concepto de campo (Llancaqueo et al., 2003). i) Los datos se codificaron según cuatro categorías de análisis definidas previamente. Clasificación (CL), 5 ítems; Representación (RP), 9 ítems;

Operación (OP), 9 y Resolución (RS) 8 ítems (RS). Se asignó una puntuación al desempeño en las categorías de acuerdo al uso de atributos, operaciones y propiedades de los conceptos. Se definió una escala de 0 a 1 para cada ítem (correcto, parcial e incorrecto). La puntuación máxima posible fue 31. ii) En el análisis de la comprensión (Llancaqueo et al., 2007) se valorizaron las respuestas usando una escala de 0 a 4, que jerarquiza los significados. 0 se asigna a no contesta; 1 en desacuerdo con significados y 4 en acuerdo con significados. La justificación de estos procedimientos es identificar aspectos de los esquemas y aproximarse a una determinación de niveles de conceptualización y de comprensión. La fiabilidad del instrumento se determinó a través del coeficiente alfa = 0.85, estimándose que los puntajes generados son estadísticamente confiables.

## RESULTADOS

En este trabajo, se presentarán y discutirán resultados generales del estudio realizado.

### Conceptualización de fuerza y energía

En la Figura 1, se presenta el desempeño promedio de los estudiantes por categoría de análisis. En la Figura 2 se presentan el desempeño promedio según dos grupos de conceptos del CC fuerza-energía y vector-función.

Figura 1. Desempeño promedio en las categorías

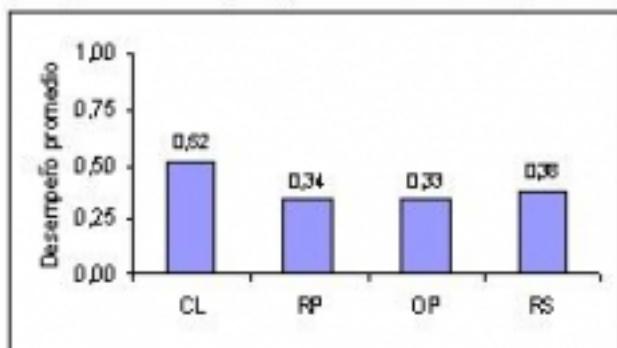
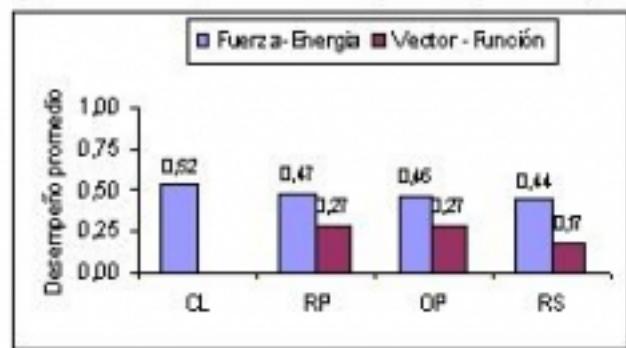


Figura 2. Desempeño en las categorías según conceptos



Se observan diferencias de desempeños entre vector-función y fuerza-energía. Pareciera que los estudiantes dispondrían de esquemas para enfrentar situaciones que demandan el uso de estos conceptos. Sin embargo, la baja conceptualización en vector-función impide mejores desempeños.

Para determinar grados de dominio en el CC, se analizó el desempeño por estudiante en todas las

categorías. Se definió una escala de cuatro niveles de conceptualización. Nivel 1: Ausencia de invariantes operatorios en el uso de los conceptos de fuerza y energía, o reconocimiento sin explicitación de significados. Nivel 2: Reconocimiento de los conceptos y explicitación parcial de significados; Nivel 3: Transición entre un reconocimiento y significación parcial con aplicación a situaciones; Nivel 4: Aprehensión de los conceptos para el nivel de instrucción. En la Figura 3, se muestra que el 96 % de los estudiantes se ubica en los niveles más bajos de conceptualización.

Figura 3. Distribución estudiantes por nivel de conceptualización

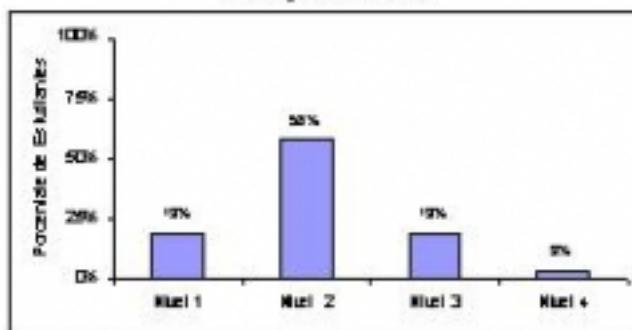
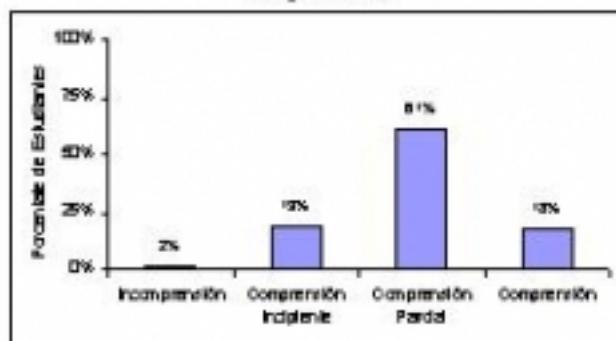


Figura 4. Distribución estudiantes por nivel de comprensión



### Comprensión de significados

Para identificar grados de compresión de significados científicos, se definieron cuatro niveles de comprensión. Nivel 1: Incomprensión, Nivel 2: Comprensión incipiente, Nivel 3: Comprensión parcial y Nivel 4: Comprensión. Con este fin, se analizaron los puntajes de cada estudiante y normalizaron según una nueva escala de 0 a 1. Así, un estudiante en el rango 1,00 a 0,75, estaría en el nivel de compresión; entre 0,74 a 0,50 en comprensión parcial; entre 0,49 a 0,25 en comprensión incipiente y menor a 0,25 en incomprensión de significados. En la Figura 4 se muestra que el 80 % de los estudiantes se ubica en niveles intermedios de comprensión.

### DISCUSIÓN Y CONCLUSION

En general, los estudiantes al enfrentar las situaciones no usan esquemas en acuerdo con significados científicos. Se aprecia que la mayoría de los estudiantes dan sentido a las situaciones desde invariantes para fuerza-energía, sin acomodarlos a esquemas más generales, que representen además los conceptos de vector-función. Sólo una minoría acomoda sus esquemas a representaciones de estos conceptos claves para enfrentar situaciones que demanden una compresión del CC de fuerza y energía. Posiblemente, aún éstos no logran construir esquemas que asimilen significados de estas representaciones simbólicas.

Otro aspecto de destacar, es la baja comprensión de significados científicos. La comprensión de la mayoría de los estudiantes se sitúa en los niveles de comprensión parcial de significados

científicos. Este rasgo es coherente con los resultados obtenidos para la conceptualización y permitirían caracterizar el punto de partida de un proceso de aprendizaje significativo progresivo (Caballero, 2004).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**CABALLERO, M<sup>a</sup>. C. (2004).** La progresividad del aprendizaje significativo. En M. A. Moreira, M<sup>a</sup>. C. Caballero y M<sup>a</sup>. L. Rodríguez Palmero. (Eds.) *Aprendizaje significativo: Interacción personal, progresividad y lenguaje* (49-66 pp.). Burgos: Universidad de Burgos.

**GRECA, I. Y MOREIRA, M. (2002).** Além da detecção de modelos mentais dos estudantes. Uma proposta representacional integradora, *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), pp. 31-53.

**LLANCAQUEO, A.; CABALLERO, C. y MOREIRA, M.A (2003).** El aprendizaje del concepto de campo en física: una investigación exploratoria a la luz de la teoría de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25 (4), pp. 399-417.

**LLANCAQUEO, A.; CABALLERO, C. y ALONQUEO, P. (2007).** Conocimiento previo en física de estudiantes de ingeniería. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (2), pp. 205-216.

**MOREIRA, M.A. (2002).** A Teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área, *Investigações em Ensino de Ciências*, 7 (1), pp. 7-29.

**VERGNAUD, G. (1990).** La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10 (23), pp. 133-170.

**VERGNAUD, G. (1998).** A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of Mathematical Behaviour*, Vol. 17 (2), pp. 167-181.

**VERGNAUD, G. (2007).** ¿En qué sentido la teoría de los campos conceptuales puede ayudarnos para facilitar aprendizaje significativo?, *Investigações em Ensino de Ciências*, 12 (2), pp. 285-302.

**YGOTSKY, L. S. (1989).** *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica.

**YGOTSKY, L. S. (1995).** *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós.

**Nota:** *Este trabajo ha sido financiado por la Universidad de La Frontera, Proyecto DI08-0021.*

## CITACIÓN

LLANCAQUEO, A.; CABALLERO, C. y MOREIRA, M. (2009). Conceptualización inicial de los conceptos de fuerza y energía. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2591-2596

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2591-2596.pdf>