

MAPAS CONCEPTUALES Y APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: ¿UNA CORRELACIÓN NECESARIA?
(Concept mapping and meaningful learning: a necessary correlation?)

Marco Antonio Moreira [moreira@if.ufrgs.br]

Instituto de Física de la UFRGS

Código Postal 15051 - Campus

91501-970 Porto Alegre, RS

Carla Simone Sperling

Instituto Sinodal da Paz

Santa Rosa - RS

Resumen

En este trabajo se describe una experiencia de clase con la técnica de los mapas conceptuales y se discute hasta qué punto hay una necesaria correlación entre lo que se podría considerar un buen mapa conceptual, o una buena explicación de un mapa conceptual, y el aprendizaje significativo, tal como se observa por medio del desempeño ante situaciones-problema. Se presenta un mapa conceptual construido colectivamente, las explicaciones individuales de algunos alumnos y sus respuestas a preguntas de exámenes.

Palabras clave: mapas conceptuales; aprendizaje significativo; situaciones-problema.

Abstract

This paper describes a classroom experience with the concept map technique and discusses to what extent there is a necessary correlation between what could be considered a good concept map, or a good explanation of a concept map, and meaningful learning as evidenced by student's performance when dealing with problem-situations. A concept map collectively constructed by the students is presented as well as some of their explanations and answers to exam items.

Keywords: concept maps; meaningful learning; problem-situations.

Introducción

La experiencia aquí descrita es parte de una intervención didáctica más amplia, que incluye no sólo el uso de mapas conceptuales, sino también la resolución de situaciones-problema usando el lenguaje verbal como previo al uso del lenguaje (matemático) formal (Fachinello, 2008).

Mapas conceptuales (Moreira, 2007) no son novedad, pues fueron creados por Joseph Novak en los años setenta del siglo pasado, pero se podría decir que están de moda ya que incluso se han realizado congresos sobre esa estrategia, como, por ejemplo, el III Congreso Internacional de Mapas Conceptuales, realizado en Helsinki & Thalín, en septiembre de 2009 (CMC 2008).

Teniendo en cuenta que, desde su origen, los mapas conceptuales han sido asociados al aprendizaje significativo (Moreira, 2006), ha habido también una cierta sinonimia entre los dos, o sea, el uso de mapas conceptuales ha sido tomado como sinónimo de aprendizaje significativo.

En este trabajo, procuramos mostrar que el uso de mapas conceptuales no lleva necesariamente al aprendizaje significativo, aunque eso ocurra en muchos casos.

La experiencia fue realizada con alumnos de la Enseñanza Media en una escuela secundaria particular considerada como referencia regional.

Mapas conceptuales

El mapa conceptual es una estructura de conceptos-clave sobre un determinado asunto, presentada de forma jerárquica. Es un recurso útil para la enseñanza y evaluación del aprendizaje (por ejemplo, Toigo y Moreira, 2008) y puede ser construido para dar una visión previa de lo que será estudiado, para facilitar el proceso de conceptualización o como un organizador de conceptos ya aprendidos. Puede también ser usado para un análisis conceptual del contenido curricular de una determinada disciplina, por ejemplo. Las palabras que se encuentran dentro de los rectángulos son los conceptos-clave del conocimiento que se está trabajando y las que aparecen relacionando un concepto al otro, llamadas conectivos o conectores, explicitan la relación entre ellos. Cuando existan en los conectores flechas, éstas indicarán un sentido privilegiado para la lectura de la relación (Moreira, 2007). La jerarquía no es necesariamente del tipo “pirámide”. Hay varias maneras de jerarquizar conceptos en un mapa conceptual.

Aprendizaje significativo

La interacción cognitiva entre el nuevo conocimiento y el conocimiento previo del aprendiz está en la esencia de la teoría del aprendizaje significativo propuesto por David Ausubel en los años sesenta del siglo pasado (Moreira y Masini, 1982; Moreira, 2006; Masini y Moreira, 2008). Dicho con otras palabras, es argumentar que si fuese posible separar una variable como la que más influye en el aprendizaje de un nuevo conocimiento, esa variable sería el conocimiento previo. O, lo que es lo mismo, que el ser humano aprende a partir de lo que ya sabe.

El aprendizaje significativo implica adquisición de significados, comprensión, transferencia, capacidad de manejar situaciones nuevas. Pero ese tipo de aprendizaje es progresivo, no se puede esperar que sea alcanzado rápidamente con algunas clases, por ejemplo. Incluso porque, además de conocimientos previos específicamente relevantes para la adquisición de nuevos conocimientos, el aprendizaje significativo depende de que el aprendiz presente una predisposición para aprender.

Otra manera de caracterizar el aprendizaje significativo es contraponerlo a otro tipo de aprendizaje, muy utilizado por los alumnos y muy conocido por los profesores: el aprendizaje mecánico o memorístico. O sea, el aprendiz simplemente memoriza informaciones sin significado, sin comprensión, pero es capaz de aplicarlas en situaciones conocidas, como las de la mayoría de los exámenes, y muy rápidamente las olvida cuando ya no las necesita (¡para los exámenes!). Es la que más corresponde a la llamada “enseñanza tradicional”: el profesor presenta (en general, en la pizarra) la materia, el alumno copia, memoriza para el examen y lo olvida después.

Sin embargo, no se trata de una dicotomía: aprendizaje significativo y aprendizaje mecánico están a lo largo de un mismo continuo y buena parte del aprendizaje tiene lugar en la zona intermedia de ese continuo, es decir, no totalmente significativa ni enteramente mecánica.

¿Y los mapas conceptuales? ¿Qué tienen que ver con el aprendizaje significativo?

No sólo los mapas conceptuales, sino también otras estrategias como, por ejemplo, los diagramas V (Moreira, 2006) y los organizadores previos (Moreira, 2008a) son potencialmente facilitadores del aprendizaje significativo en la medida en que funcionan como instrumentos que promueven la interacción entre conocimientos nuevos y conocimientos ya existentes en la estructura cognitiva. Tales instrumentos catalizan la negociación de significados (Moreira, 2008b), que es casi imprescindible para el compartimiento de significados que caracteriza el aprendizaje significativo.

Es decir, para aprender significativamente, el alumno tiene que captar y compartir los significados aceptados en el contexto de la materia de enseñanza.

Mapas conceptuales, en particular, han sido asociados al aprendizaje significativo justamente porque cuando son construidos colaborativamente llevan, naturalmente, a la negociación de significados, tan importante para ese aprendizaje. Además, esa asociación entre mapas conceptuales y aprendizaje significativo ha sido tan común que se llega a confundirlos o a tomarlos como sinónimos, lo cual es un error, pues los mapas conceptuales son apenas buenos instrumentos para facilitar el aprendizaje significativo. A título de ejemplo, se presenta en la Figura 1 un mapa conceptual para aprendizaje significativo y mapas conceptuales.

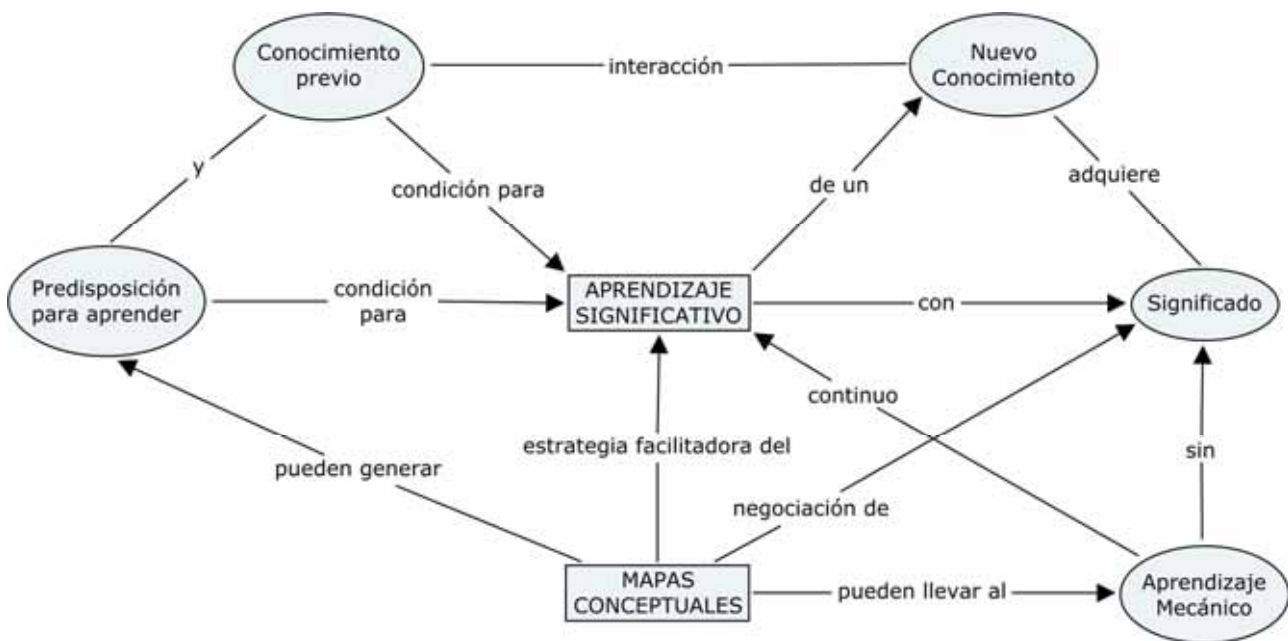


Figura 1 - Un mapa conceptual para aprendizaje significativo y mapas conceptuales. Obsérvese que los mapas conceptuales son colocados como una estrategia facilitadora del aprendizaje significativo, pero que también pueden llevar al aprendizaje mecánico cuando son mal utilizados.

El mapa conceptual compartido

Mapas conceptuales, en general, son construidos individualmente o en pequeños grupos, pero en este caso la actividad fue realizada con el objetivo de revisar conceptos y principios trabajados en la enseñanza de la Dinámica (más específicamente, las Leyes de Newton y sus aplicaciones). Inicialmente, los alumnos construyeron en conjunto, en la pizarra, un mapa conceptual del asunto y, a continuación, cada alumno produjo un texto a partir del mapa conceptual construido. Todos los alumnos pudieron dar sus opiniones, dirigiendo la construcción del mapa. La profesora actuó como mediadora en el proceso de construcción conjunta del mapa conceptual.

La figura 2 presenta el mapa conceptual producido en grupo por los alumnos.

Todos los alumnos contribuyeron en la construcción del mapa sea saliendo a la pizarra u orientando el colega que estaba escribiendo. Es interesante observar que en el proceso de construcción de un mapa conceptual por un grupo grande de alumnos – todos participan de alguna

forma, traen datos, hacen conexiones, discuten una estructura mejor de presentación, cuestionan la relevancia de un concepto o de un conector – la discusión, orientada por la profesora, resulta bastante provechosa. El mapa pasó por diversas alteraciones hasta que todos concordasen con el resultado.

Este mapa fue construido a partir de conceptos y relaciones trabajados en clase hasta aquel momento y, por ese motivo, no presenta otros conceptos y relaciones pertinentes a los tópicos que fueron tratados posteriormente.

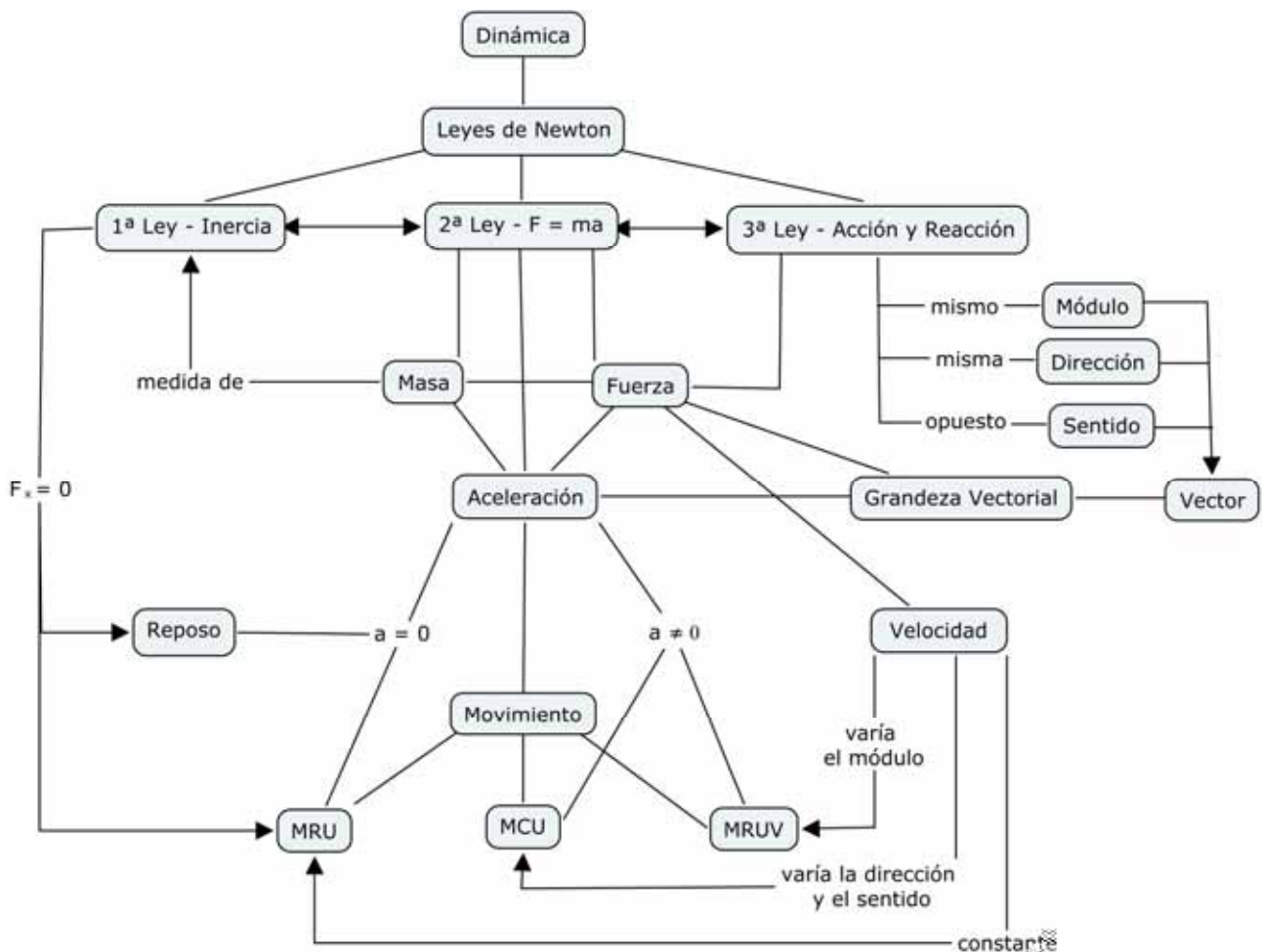


Figura 2. Mapa conceptual construido, en grupo, por los alumnos.

Los textos producidos a partir del mapa conceptual fueron examinados con el objetivo de hacer un análisis comparativo entre el texto producido por el alumno y algunas de sus respuestas (del mismo alumno) en un examen de desempeño posterior a la actividad. El análisis de los resultados de la actividad fue realizada a la luz de la Teoría de los Campos Conceptuales de Gérard Vergnaud (Moreira, 2002). Según esa teoría, gran parte del conocimiento que un sujeto aplica para resolver las situaciones-problema está constituido por conceptos-en-acción (propiedades, características, atributos pertinentes) y teoremas-en-acción (proposiciones consideradas verdaderas) implícitos en su estructura cognitiva. Algunos de esos textos y algunas de las respuestas de un mismo alumno están reproducidos en la siguiente sección.

Textos de los alumnos sobre el mapa y sus respuestas a cuestiones del examen de evaluación

Alumno 1 - Texto.

“Las Leyes de Newton tratan de la relación entre fuerza y movimiento.

La primera Ley es de la inercia, que habla sobre la resistencia de un cuerpo de modificar su estado de movimiento. Dice que si ninguna fuerza se aplica a ese cuerpo, o si esa fuerza es nula, el cuerpo permanece en reposo, si está en reposo; o permanece en movimiento, si está en movimiento.

La segunda Ley es $F = m a$. La fuerza es una acción capaz de modificar el movimiento de un cuerpo.

La fuerza depende de la cantidad de inercia (masa) de un cuerpo. Varias fuerzas actúan sobre un cuerpo pero lo que hace que él modifique o no su estado de movimiento es la FR (fuerza resultante). La resultante es el resultado de todas las fuerzas sumadas, conforme la suma de los vectores. Si la fuerza resultante es igual a 0, la aceleración también es 0 y el cuerpo permanece en reposo o MRU, pues no modifica su estado de movimiento. Si la resultante es diferente de 0, la aceleración es diferente de 0 y el cuerpo modifica su movimiento.

La tercera Ley es la Ley de la Acción y Reacción. Dice que toda acción produce una reacción. Esa reacción tiene el mismo módulo y dirección de la acción pero el sentido es contrario. Acción, dirección y sentido son características vectoriales, luego la fuerza es una grandeza vectorial. La fuerza siempre actúa a los pares, habiendo acción y reacción en cuerpos diferentes.”

Respuestas:

Pregunta 1. La fuerza resultante sobre una pequeña esfera que cae verticalmente en el interior de un líquido homogéneo, en reposo, se vuelve cero a partir de determinado instante. Eso significa que, desde aquel instante, la esfera

- permanece en reposo con relación al líquido.
- es acelerada de abajo hacia arriba.
- es acelerada de arriba hacia abajo.
- se mueve con velocidad constante, para abajo.
- se mueve con velocidad constante, hacia arriba.

Justifique su respuesta.

Respuesta del alumno: *“se mueve con velocidad constante, para abajo.”*

Justificativa: *“Si la fuerza es anulada es porque ya no existe aceleración, pues $F = m a$, si $a = 0$, $F = 0$. Entonces la velocidad es constante, pues en el MRU $a = 0$ y el cuerpo continúa cayendo”.*

Pregunta 2. Considere las siguientes afirmaciones:

- I - Cuando una partícula es acelerada, la suma de las fuerzas ejercidas sobre ella es diferente de cero.
- II - Las fuerzas de acción y reacción, referidas en la tercera Ley de Newton del movimiento, son iguales en intensidad, dirección y sentido.
- III - Cuando la suma de las fuerzas ejercidas sobre una partícula es cero, ésta está en reposo o con velocidad constante.

¿Cuáles son correctas? Justifique su respuesta.

Respuesta del alumno: "I y III"

Explicación: "I - Si existe aceleración, la fuerza es diferente de cero, pues $F_R = ma$.

III - Por la ley de la inercia, si ninguna fuerza actúa sobre un cuerpo, éste permanece parado si está parado o en MRU si está en movimiento. O sea, si la resultante de las fuerzas es nula, es porque no existe aceleración (pues $F = ma$), pudiendo existir reposo o MRU".

El alumno 1 demostró coherencia en sus respuestas con relación al texto producido (a partir del mapa conceptual). Utilizó los conceptos y teoremas trabajados y supo relacionarlos, mostrando dominio a respecto del respectivo campo conceptual.

Alumno 2 - Texto.

"Las Leyes de Newton son tres: Inercia que es la resistencia en modificar su estado de movimiento - el movimiento puede ser MRU y MRUV. Con fuerza resultante igual a cero la aceleración también es reposo o MRU. Diferente de cero, la aceleración es diferente de 0, es decir MUV.

La Segunda Ley es una ecuación $F = m a$. Siendo que F (fuerza) es una acción capaz de alterar el movimiento de un cuerpo. También tiene fuerza resultante. Masa es la medida de la inercia.

La tercera es acción y reacción: toda acción resulta en una reacción de mismo módulo, dirección y sentido contrario. Ésas son características del vector, es una grandeza vectorial. Fuerza también es una grandeza vectorial. Esa ley acontece a los pares. Ejemplo: peso, la Tierra atrae un cuerpo y un cuerpo atrae la Tierra. Pero el cuerpo tiene menos inercia".

Respuestas:

Pregunta 1

Respuesta del alumno: "Permanece en reposo con relación al líquido."

Explicación: no lo explicó.

Pregunta 2

Respuesta del alumno: "I y III"

Explicación: no lo explicó.

El alumno 2 presentó cierta dificultad en construir su texto, en relacionar los conceptos-clave del mapa conceptual. No fue completamente capaz de explicitar los conceptos y teoremas relacionados, tal vez por no seren aún sus conceptos-en-acción y teoremas-en-acción. Demostró la misma dificultad en el examen, al no conseguir explicar sus respuestas. En el examen, las preguntas se complementan y hasta se responden, lo que muestra la dificultad del al

aba real93mente de acuerdo con la afirmaci

Alumrae3 - Texto.

"Las tres leyes de Newton son: inercia, $F = ma$ y acción y reacción. La inercia, pri0ra ley de Newton, es la resistencia de un cuerpo a modificar su estado de movimiento. La segunda ley, $F = ma$, está relacionada a la fuerza, que es la acción capaz de modificar la velocidad de un cuerpo, la masa y la aceleración. La tercera explica que toda la acción tiene como resultado una reacción

*contraria en sentido, pero con mismo el módulo y sentido (**dirección**)¹, por tanto, es una grandeza vectorial.*

Movimiento puede ser rectilíneo uniforme, MRU, o MRUV, movimiento rectilíneo uniformemente variado. Es posible saber cuál es el movimiento a través de la fuerza resultante: si es igual a cero, la aceleración también es cero, por tanto el movimiento es MRU o el cuerpo está en reposo. Pero si la fuerza resultante es diferente de cero, la aceleración también es diferente y el movimiento es MRUV.

*Ejemplos de la aplicación de esa ley son: cuando caminas por la Tierra, ¿por qué eres tú el que se mueve y no la Tierra? Eso ocurre porque la inercia de la Tierra es mucho mayor que la de una persona, por tanto la inercia está relacionada con la masa. Otro ejemplo de que la masa está relacionada con la inercia de los cuerpos es que si dos camiones, andando con la misma velocidad, pero uno está cargado y el otro no, empiezan a frenar en el mismo instante, ¿cuál de ellos recorre una distancia mayor hasta frenar (**parar**)? Obviamente, será el cargado pues la masa es mayor y su resistencia a modificar su movimiento también es mayor.”*

Respuestas:

Pregunta 1

Respuesta del alumno: *“se mueve con velocidad constante, para abajo.”*

Explicación: *“La esfera se mueve con velocidad constante y para abajo, pues cuando la fuerza resultante es cero, entonces la aceleración también es cero y va para abajo debido a la gravedad.”*

Pregunta 2

Respuesta del alumno: *“I y III”*

Explicación: *“Sólo la I y la III están correctas, pues en la III, si la fuerza resultante es cero, significa que la aceleración también es cero. Y en la I, la fuerza resultante es diferente de cero cuando la aceleración también lo es.”*

El alumno 3 en su texto, no consideró el movimiento circular uniforme como posibilidad de movimiento en caso de fuerza resultante diferente de cero. Tiene en cuenta que si la fuerza resultante *“es igual a cero, la aceleración también es cero, por tanto el movimiento es MRU o el cuerpo está en reposo”*, lo que se repite en su explicación a la primera pregunta del examen, pero concluye diciendo que *“va para abajo debido a la gravedad”*.

El alumno recurrió a sus conceptos-en-acción y teoremas-en-acción implícitos, previos y también alternativos, para justificar el *“movimiento para abajo”* demostrando que no comprende lo que él mismo había escrito. Este conocimiento alternativo, de que para que haya movimiento es necesaria una fuerza con el mismo sentido, es un obstáculo para la construcción de los verdaderos teoremas y conceptos científicos. Él no consiguió relacionar sus esquemas a una situación aparentemente nueva, no posee dominio adecuado de los campos conceptuales implicados.

Alumno 4 - Texto.

“Las Leyes de Newton que basan la dinámica son 3: inercia, $F = m a$, acción y reacción.

¹ Palabras entre paréntesis y en negrita son correcciones hechas por la profesora.

La inercia está relacionada con la masa, esto quiere decir, que cuanto mayor es la masa, mayor es la inercia, que es la resistencia del cuerpo en alterar su estado de movimiento, $m g = P$.

$F = m a$, está relacionada a la masa, al peso y a la fuerza. La fuerza es una acción capaz de modificar el estado de movimiento de un cuerpo. Fuerza es una grandeza vectorial. Si la fuerza resultante es igual a 0, la aceleración será igual a 0 y si es diferente, la aceleración también será diferente de cero. El movimiento causado por la acción puede ser MRU, donde $a = 0$, o MRUV, donde $a \neq 0$.

Toda acción resulta en una reacción. La acción y reacción poseen el mismo módulo, la misma dirección y sentidos opuestos. Ésas son grandezas vectoriales.”

Respuestas:

1. Para mantener un cochecito en movimiento rectilíneo, con velocidad constante sobre una mesa horizontal, se verifica que es necesario tirar de él con una fuerza constante \vec{F} , paralela a la superficie de la mesa. Eso indica que, sin tener en cuenta la resistencia del aire

sólo se está ejerciendo la fuerza \vec{F} sobre el cochecito.

sólo se están ejerciendo la fuerza \vec{F} y el peso sobre el cochecito.

la fuerza de roce, que se está ejerciendo sobre el cochecito, es igual, en módulo, a la fuerza \vec{F} .

Su conocimiento previo y alternativo es que, *para que haya movimiento, es necesaria una fuerza resultante diferente de cero en el mismo sentido del movimiento*, aun habiendo trabajado diversas situaciones diferentes, preguntas del tipo “un cuerpo lanzado verticalmente bajo efecto de la fuerza peso” o “un cuerpo lanzado horizontalmente sobre una superficie con roce no nulo”.

Conclusión

Este análisis y la comparación de la lectura del mapa conceptual del grupo y las respuestas en las evaluaciones no fue por casualidad. Por tratarse de un grupo grande, clase normal, no siempre es posible acompañar individualmente el alumno en clase y, por eso, una actividad como ésta puede ser un buen instrumento de evaluación. Así como el alumno puede reproducir mecánicamente resoluciones en situaciones-problema semejantes, lo mismo puede ser observado con relación a una supuesta conceptualización – el alumno hace uso de los conceptos y teoremas sin que ellos tengan, necesariamente, significado para él. Para eso, es importante la negociación, el intercambio de significados (Moreira, 2008b).

El dominio de un campo conceptual por parte del alumno, tiene lugar de forma progresiva y muchas veces lenta con rupturas y continuidades. Cada individuo, según sus condiciones individuales y capacidad cognitiva, tiene su propio tiempo para que su conocimiento implícito evolucione para el explícito, científicamente aceptado. Su bagaje cognitivo, su conocimiento previo, está constituido por conceptos-en-acción y teoremas-en-acción que, a pesar de no ser verdaderos teoremas y conceptos científicos, pueden evolucionar en ese sentido (Greca y Moreira, 2002). Ese conocimiento es la variable más importante para nuevos aprendizajes, pero, a veces, funciona como obstáculo epistemológico y tiene que ser abandonado para que los nuevos conceptos puedan ser construidos. En ese sentido, Vergnaud (1990) habla de rupturas y continuidades.

El profesor, al acompañar “más de cerca” sus alumnos, podrá verificar diferentes niveles cognitivos, concepciones previas, muchas veces alternativas, conceptos-en-acción y teoremas-en-acción en el grupo. Y así como el grupo presenta diferencias al principio del trabajo, también presentará al final, es decir, no todos los alumnos habrán evolucionado de sus teoremas y conceptos implícitos para teoremas y conceptos científicos.

En las evaluaciones (tests, pruebas) muchos alumnos acaban reproduciendo de forma mecánica lo que supuestamente aprendieron, como una receta, un esquema automatizado, pero que, sin embargo, es ineficaz cuando se propone una nueva situación donde sólo los que efectivamente obtuvieron un aprendizaje significativo, serán capaces de resolver relacionando su conocimiento adquirido, acomodando, descombinando y recombinando sus esquemas.

Mapas conceptuales tienen un gran potencial para facilitar el aprendizaje significativo, pero es una ilusión pensar que hay una correlación necesaria entre mapas conceptuales y aprendizaje significativo. Es necesario explotar su potencial pidiéndoles a los alumnos que expliquen sus mapas, que justifiquen las jerarquías, que usen siempre conectivos, que modifiquen, reconstruyan, “negocien” sus mapas. Mapas conceptuales pueden ayudar mucho en el aprendizaje significativo, siempre que sean usados de modo que tengan en cuenta el conocimiento previo del alumno, a generar una predisposición para aprender, a promover la negociación y captación de significados. Ésas son condiciones para el aprendizaje significativo y el mapa conceptual es una estrategia muy propicia para todo eso, pero es necesario saber explotarla bien.

Referencias

- Fachinello, C.S. (2008). *Uma alternativa para o ensino da dinâmica a partir da resolução qualitativa de problemas*. Dissertação de mestrado. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.
- Greca, I.M.; Moreira, M.A. (2002). Além da detecção de modelos mentais dos estudantes: uma proposta representacional integradora. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2): 31-54.
- Masini, E.F.S. e Moreira, M.A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam ao comprometimento*. São Paulo: Vetor Editora.
- Moreira, M.A. (2007). *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Ed. do Autor.
- 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): 7-29.
- Moreira, M.A. (2006). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Ed. da UnB.
- Moreira, M.A. (2008a). Organizadores previos y aprendizaje significativo. *Revista Chilena de Educación Científica*, 7(2).
- Moreira, M.A. (2008b). Negociação de significados e aprendizagem significativa. *Ensino, Saúde e Ambiente. Revista Eletrônica do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências*, 1(2): 2-13.
- Moreira, M.A. e Masini, E.F.S. (2006). *Aprendizagem significativa: a teoria de Ausubel*. São Paulo: Centauro Editora.
- Toigo, A.M.; Moreira, M.A. (2008). Relatos de experiência sobre o uso de mapas conceituais como instrumento de avaliação em três disciplinas do curso de Educação Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(2): 7-20.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Récherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23): 133-170.

Recebido em : 13/09/09

Aceito em : 20/11/09

