

EL MAPA CONCEPTUAL COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA FÍSICA A NIVEL UNIVERSITARIO

Ramírez de M. María; Sanabria Irma. Universidad Nacional del Táchira

Resumen. Este trabajo forma parte de iniciativas desarrolladas en la Universidad Nacional Experimental del Táchira UNET, para enfrentar las dificultades que los alumnos de Física I tienen en general para el logro de un aprendizaje significativo.

Para ayudar a resolver estos problemas, se propició en la UNET, durante siete lapsos académicos consecutivos la incorporación gradual de la herramienta heurística de los Mapas Conceptuales al proceso de enseñanza-aprendizaje de Física I, trabajando con aproximadamente 180 alumnos cada semestre. Los resultados obtenidos permitieron hacer sucesivas modificaciones hasta incorporar los mapas conceptuales como elemento básico de la estrategia general de trabajo en esa asignatura. Para ello fue necesario diseñar materiales instruccionales y experiencias de aprendizaje, que facilitaran a profesores y alumnos el manejo de esta herramienta heurística para la organización y construcción del conocimiento.

Se reporta el uso dado a los mapas conceptuales en los cursos de Física I en la UNET, y estrategias concretas para el desarrollo de algunos temas de esa asignatura. Se concluye que a pesar de las dificultades con grupos de 45 estudiantes para construir individualmente Mapas Conceptuales, éstos son valiosos para mejorar la comprensión y facilitar la construcción del su propio conocimiento, en la medida en que el alumno, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tenga la oportunidad de usarlos, analizarlos, cuestionarlos, o mejorarlos.

Algunos alumnos aprenden a diseñar mapas para construir su conocimiento, pero generalmente los prefieren para organizar y comprender información. Los profesores por su parte los usan mayoritariamente como organizadores del conocimiento.

1 Introducción

En la búsqueda de soluciones a los innumerables problemas que presentan los alumnos para el aprendizaje de la Física se ha detectado que los alumnos de la UNET tienen poco interés por las asignaturas de Ciencias Básicas y un manejo muy poco adecuado de habilidades necesarias para el pensamiento científico (Ramírez de M., 1995). Uno de los problemas más importantes, se evidencia en las dificultades que tienen los alumnos para captar de manera global la información que reciben y para poder construir un esquema organizador del tema en estudio, que les permita ubicar en algún tipo de estructura organizada los diversos conceptos. Les resulta también difícil poder establecer alguna relación entre los conceptos y tienen un manejo pobre de técnicas de representación, información y resumen.

Se sabe que el aprendizaje significativo de las ciencias requiere que los alumnos incorporen a sus estructuras cognitivas conceptos significativos relacionados con las diversas ciencias (Ausubel, 1976), y que el aprendizaje puede ser facilitado si los profesores ayudan a los alumnos a emplear técnicas adecuadas de representación de información y de resumen (Pozo y Monereo, 1999). En este sentido los Mapas Conceptuales (Novak y Gowin, 1988) han demostrado ser una herramienta valiosa que puede ayudar a compensar muchos de estos problemas. Por ello la autora diseñó una estrategia general de trabajo que permitiera incorporar los Mapas Conceptuales al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física, de manera que los alumnos pudieran comprender más fácilmente la materia y utilizar esa herramienta para la construcción de su propio conocimiento.

2 Mapa Conceptual y sus Usos

Un Mapa Conceptual consiste de una representación gráfica que muestra una serie de conceptos unidos a través de palabras enlace para formar proposiciones, es decir oraciones que tienen un valor de verdad. Así se van formando estructuras conceptuales de las uniones de diversas proposiciones. Se parte de un concepto inclusor y a partir de él se van construyendo las relaciones con otros conceptos subordinados (Fig.1). En la construcción de un mapa se evidencian los principios básicos del aprendizaje significativo: principio de organización jerárquica, diferenciación progresiva y reconciliación integradora.

El Mapa Conceptual tiene actualmente muchos usos. A pesar haber sido concebido originalmente por Novak como herramienta heurística a ser utilizada por el alumno para captar el significado de una estructura conceptual, ha resultado ser una herramienta muy poderosa que puede ser utilizada por los profesores para presentar información, para evaluar y para orientar el diseño instruccional de sus experiencias de aprendizaje. También puede ser usada por los alumnos para presentar sus trabajos. Actualmente se desarrollan esfuerzos para construir mapas dinámicos (Novak, 2004) y facilitar el aprendizaje cooperativo a través de la red.

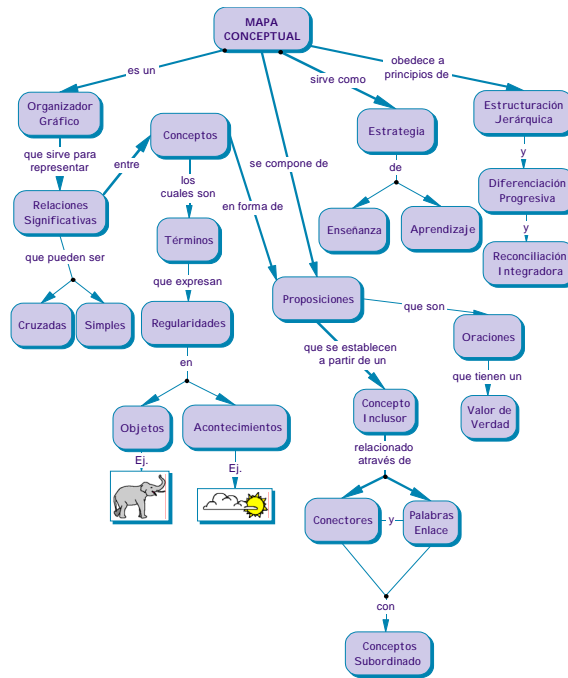


Figura 1. Mapa Conceptual del Mapa Conceptual;

Actualmente en la UNET los profesores comienzan a usar los mapas conceptuales también para orientar el proceso de diseño instruccional de los materiales que colocan en la red. La Figura 2 muestra un mapa de los diversos usos del Mapa Conceptual.

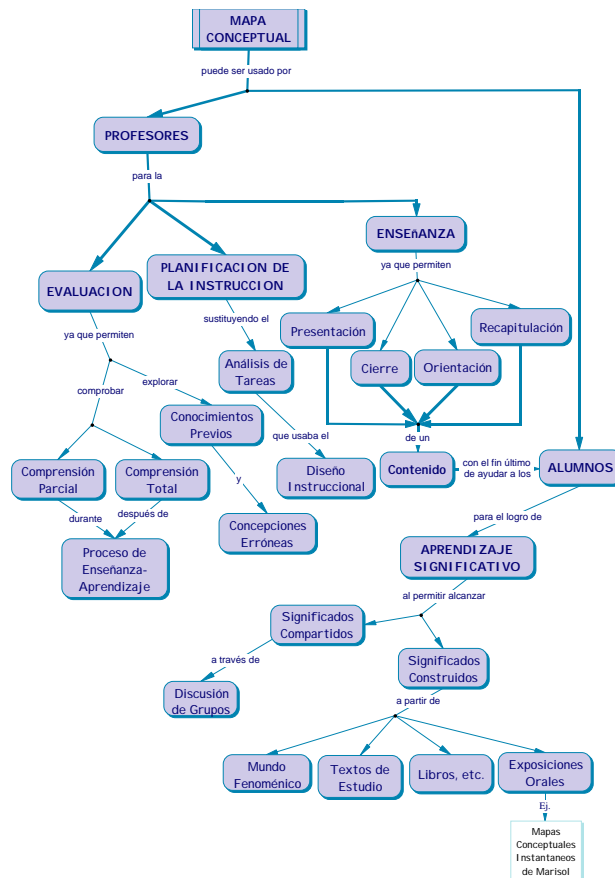


Figura 2. Usos del Mapa Conceptual

3 Proyecto de Incorporación de la Estrategia de los Mapas Conceptuales

El proceso para incorporar los mapas conceptuales a la metodología general de trabajo de la asignatura Física I se ha desarrollado a lo largo de siete semestres consecutivos. Se reportan dos grandes etapas. I.- El proceso de diseño instruccional de la estrategia. II.- la etapa de implantación. Los principales aspectos de este proceso se resumen en la Figura 3. Se detallarán sólo algunos aspectos importantes para posteriormente explicar las estrategias específicas diseñadas

3.1 Etapa I: Diseño Instruccional de la Estrategia de Aprendizaje

La Asignatura Física I, en la UNET se dicta a nivel del segundo semestre del ciclo básico, con una carga de seis horas semanales durante quince semanas. El laboratorio es considerado materia aparte. Las secciones son de 45 alumnos. Generalmente cada semana se cubre un tema diferente. La metodología general de trabajo incluye, clases, demostraciones experimentales y talleres de resolución de problemas. La evaluación se hace con pruebas cortas y exámenes escritos. La presentación de la teoría, depende mucho del estilo del profesor y de la forma como ésta se enfoque. Es aquí donde se inició el trabajo con la incorporación de la herramienta “mapas conceptuales” para apoyar el desarrollo de la teoría y los procesos de comprensión y resolución de problemas. Para ello se diseñó una estrategia que permitiese:

- Iniciar al estudiante en la construcción de un mapa.
- Iniciar al estudiante en la comprensión de un mapa conceptual y de sus elementos.
- Construir mapas conceptuales de los temas que se quieren desarrollar.
- Demostrar cómo pasar de la teoría a un mapa que resuma lo planteado, o bien cómo a partir de un mapa es posible construir todos los conceptos relacionados con el tema.
- Demostrar la utilidad de los mapas para apoyar la resolución de problemas.

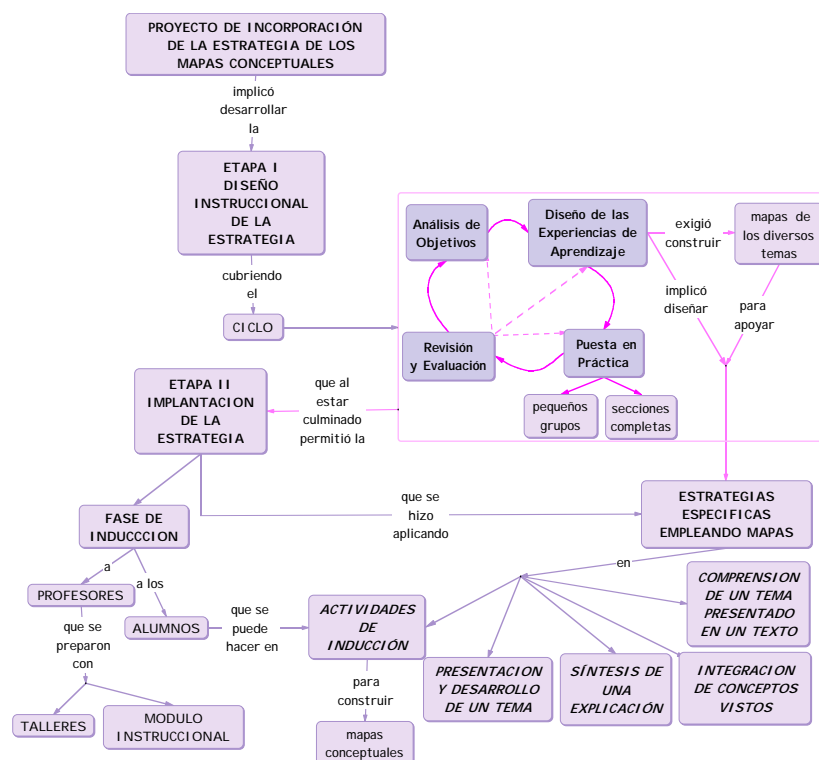


Figura 3. Proyecto de Incorporación de la Estrategia de Mapas Conceptuales

Se diseñaron estrategias específicas (Ver aparte 3.2.2) que permitiesen optimizar el uso de los mapas conceptuales para diversos fines. Se realizaron pruebas en pequeños grupos y a medida que se fueron haciendo las correcciones pertinentes, se probaron con secciones completas de 45 alumnos.

Las técnicas e instrumentos utilizados para evaluar la experiencia fueron: mapas conceptuales diseñados por los alumnos; cuaderno de registro de observaciones realizadas por el profesor y opiniones de los alumnos expresadas por escrito en cuestionarios semiestructurados. Se realizaron también entrevistas en profundidad

cada semestre a pequeños grupos de alumnos. Se revisó también el rendimiento de los alumnos en aquellos temas en los cuales se habían empleado mapas. El análisis de toda esta información permitió hacer sucesivas modificaciones a las estrategias específicas y a los diversos mapas realizados por la autora, los cuales son usados como apoyo por los profesores en las distintas experiencias.

3.2 Implantación

3.2.1 Inducción

Para poder incorporar los mapas conceptuales a la metodología general de trabajo era fundamental que los profesores internalizaran las ventajas de trabajar con mapas conceptuales y dominaran la herramienta. Para ello fue necesario:

1. Realizar talleres para los profesores sobre mapas conceptuales y
2. Producir materiales instruccionales de apoyo.

La autora desarrolló un taller bajo un enfoque constructivista para que los profesores aprendieran el uso y manejo de los mapas conceptuales. Este taller se realiza con docentes de la UNET interesados en conocer esta estrategia. Un grupo creciente de profesores ha participado en ellos.

Por otra parte, se diseñó un módulo instruccional intitulado **“El mapa conceptual como herramienta heurística para facilitar la construcción del conocimiento”** (Ramírez de M, 2000). Este libro fue escrito por la autora para los docentes de la UNET quienes, por ser profesionales prestados a la docencia carecen de una formación pedagógica adecuada. El texto está diseñado bajo un enfoque constructivista en forma de diálogo permanente entre un profesor de la UNET, quien busca nuevas herramientas que faciliten su quehacer docente, y el profesor Novak quien va gradualmente ayudando al docente a construir su propio conocimiento sobre los mapas conceptuales. Los comentarios y dudas expresados por el profesor, pretenden hacer explícitas muchas de las preconcepciones de los docentes e inquietudes que habitualmente tienen sobre el aprendizaje, la herramienta de los mapas conceptuales y la manera de contribuir a lograr un aprendizaje significativo. Por su parte el otro personaje, Novak, aclara, orienta y le permite al docente ejercitar su metacognición. Además hay una caricatura de otro personaje, un *mapita* que cuestiona muchas cosas y se ríe de los esfuerzos del profesor por comprenderlo.

En la figura 4 se muestra a manera de ejemplo dos páginas de este libro.

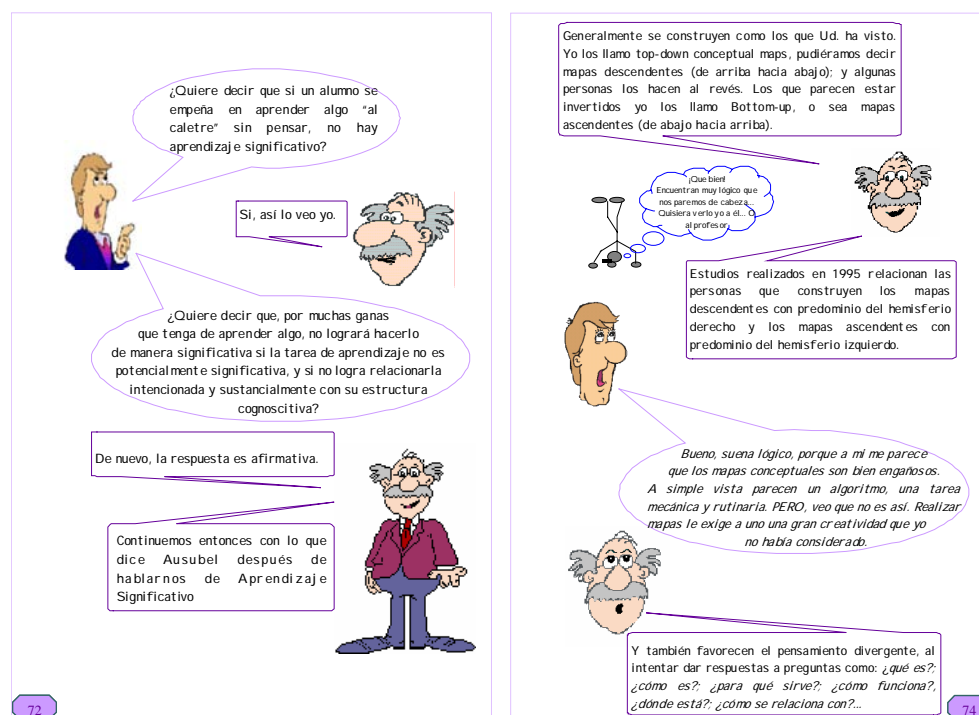


Figura 4. Muestra del libro *El Mapa Conceptual como herramienta heurística para facilitar el aprendizaje*

Este libro y los talleres de Mapas Conceptuales les permiten a los profesores de la UNET y otros institutos de educación, iniciarse en el uso de la herramienta de los Mapas Conceptuales.

3.2.2 Estrategias específicas para el aprendizaje de la Física I utilizando mapas conceptuales

Se describen a continuación algunas de las estrategias específicas que se usan actualmente en Física I. Debe quedar claro que en el desarrollo de cada tema se pueden usar los mapas de diversas maneras. Se presenta sólo una de las secuencias que usamos inicialmente para que el alumno se acostumbre a trabajar con M.C.

3.2.2.1 Introducción a los Mapas Conceptuales

- Se genera una discusión sobre lo que es un concepto, una proposición y sus elementos.
- Se les pide construyan un concepto sencillo de M.C. Luego se explica cómo representar una proposición cualquiera, con un mapa conceptual encerrando en algún tipo de recuadro los conceptos y enlazándolos con conectores (líneas a las que se les escribe la relación que hay entre los conceptos).
- Se les pide que construyan en silencio e individualmente un pequeño mapa conceptual acerca de un árbol o cualquier otro concepto incluso sencillo. Se insiste en que incluyan, de ser posible qué es, para qué sirve, cómo está compuesto, cómo se relacionan entre ellos los elementos y todas las cosas que muestren la estructura conceptual que los alumnos tienen en relación con ese concepto.
- Se les pide que trabajando en parejas intenten leer el mapa del otro.
- Se hacen los arreglos necesarios a los conceptos o a las palabras enlaces o conectores que no se comprendan.
- Se discuten los mapas, sus elementos, características y se les pide construyan otro mapa conceptual de algún concepto básico de la Física. Estos se analizan y el profesor presenta el mapa hecho por un experto, para que vean *otra forma más* de estructurar la información. Se discuten las diferencias.

3.2.2.2 El Mapa Conceptual como organizador previo para presentar y desarrollar un tema

Esta semana se desarrollan dos temas y se usan los mapas de Movimiento en dos y tres dimensiones y el Movimiento Rectilíneo Uniforme (Ver Figuras 5 y 6) para presentar los conceptos y seguir la explicación.

Para el primer tema de Movimiento:

- Se presenta el mapa conceptual de Movimiento (Ver Figura 5).
- Se les pide que lean el mapa y expresen en sus propias palabras lo que entendieron.
- Se explica aquello que aún no comprendan los alumnos.
- Se les pide que construyan una definición de alguno de los conceptos que aparecen en el mapa para que vean que los conceptos básicos de cinemática ya están expresados en el M.C.
- Se resuelven problemas utilizando el mapa como apoyo (a manera de formulario) para aplicar los diversos conceptos.

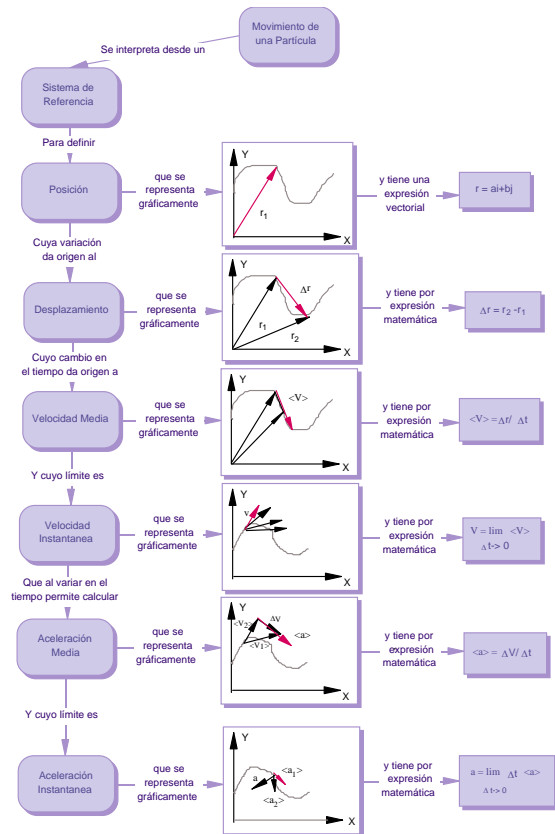


Figura 5. Movimiento en dos y tres dimensiones

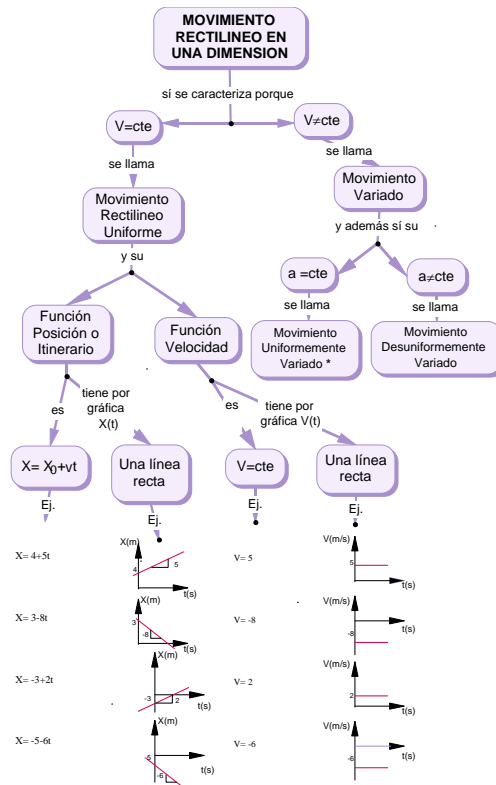


Figura 6. Movimiento Rectilíneo Uniforme

Para el tema de Movimiento Rectilíneo Uniforme:

- Se parte de las concepciones básicas de los alumnos para construir algunos conceptos básicos.
- Se presenta un mapa del Movimiento Rectilíneo hecho por el profesor (Figura 6). El profesor lee ordenadamente alguna de las proposiciones que aparecen en el mapa. Se hace que los alumnos lo lean y se comienzan a hacer preguntas sobre algunos conceptos y los que ellos construyeron anteriormente.
- Se resuelven problemas que requieran el uso de los conceptos expresados en el mapa y de su expresión matemática.
- En cada caso se insiste en los conceptos para que puedan ubicarlos en el mapa, comprender su definición y su expresión matemática y resolverlo efectivamente con la ayuda del mapa.

3.2.2.3 Uso del Mapa para hacer la Síntesis de una Explicación

- Se explica el Movimiento Uniformemente Variado sin usar el mapa organizador.
- Se trabaja en el pizarrón hasta construir las definiciones de las funciones posición, velocidad y aceleración en el movimiento uniformemente variado.
- Se explica la diferencia entre Movimiento Uniformemente Acelerado y Retardado y se dan ejemplos para que a partir de una función posición, velocidad o aceleración, el estudiante pueda construir la gráfica o viceversa.
- Finalmente se les muestra el mapa de Movimiento Uniformemente Variado (Figura 7) para sintetizar todo lo visto. Allí los alumnos encuentran las definiciones dadas y pueden reforzar sus conocimientos.
- Finalmente se resuelven ejercicios usando el mapa conceptual como apoyo.

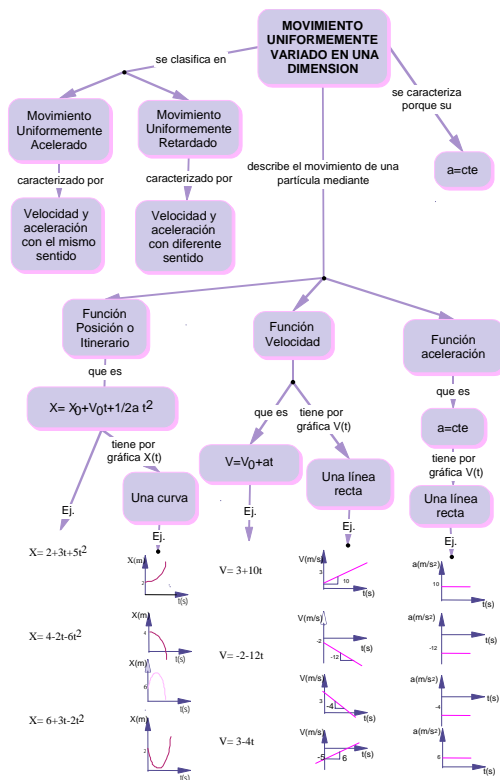


Figura 7. Movimiento Uniformemente Variado

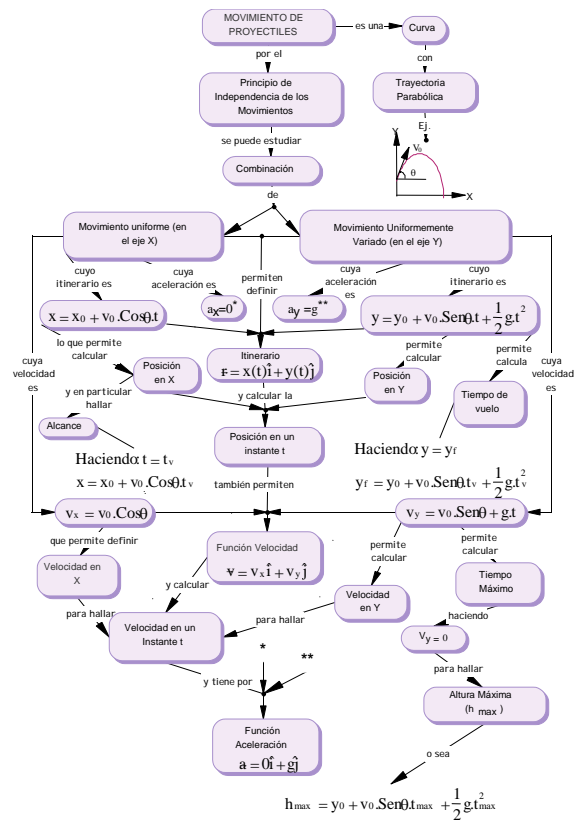


Figura 8. Movimiento de proyectiles

3.2.2.4 Uso del Mapa para Integrar Conceptos vistos

- Se introduce el tema de movimiento parabólico. Se explica que a partir del principio de independencia de los movimientos se define el movimiento de proyectiles como una combinación de dos movimientos (*horizontal*: rectilíneo uniforme; *vertical*: uniformemente variado) que ocurren simultáneamente.
- Se analiza lo que ocurre en cada eje y se les pide a los alumnos que describan, por separado, cuales son las funciones posición, velocidad y aceleración para estos dos movimientos.
- Se les pide que usando los M.C. de movimiento, hallen la posición, velocidad y aceleración de un cuerpo que se mueve a la vez en el eje x y en el eje y.
- Al descubrir el alumno que *pueden combinar* los dos mapas anteriores y escribir las funciones básicas correspondientes a este movimiento que combina los anteriores, se les entrega la Figura 8 y se discute. Posteriormente se hacen preguntas sobre los conceptos y se resuelven problemas.
- Se hace preguntas acerca de los diversos conceptos que aparecen en el mapa y se inicia la resolución de problemas.

3.2.2.5 Construcción de un mapa a partir de un texto escrito

- Para los temas sucesivos de Física se les pide a los alumnos que a partir de algunas clases y de textos que se les facilita por escrito, los estudiantes construyan sus propios mapas conceptuales y los entreguen como tarea.
- Se comienza con conceptos sencillos de alguno de los temas de Física. En todo caso siempre se discuten algunos de los mapas entregados por los alumnos. Luego se les da el mapa del profesor para que, sin ser "el mapa verdadero" al menos les sirva de referencia para compararlo con los suyos.
- En las últimas semanas del curso ya se les puede pedir que construyan una estructura conceptual completa de un tema.
- En todas las actividades se les enseña a usar el mapa como "formulario" inteligente que les permite recordar no solo las fórmulas sino los principios y teorías, que enmarcan el estudio de un determinado fenómeno y que por ende se pueden aplicar para resolver un problema.

4 Resultados y Conclusiones

- La experiencia se ha realizado en siete oportunidades con alumnos regulares de Física I. Se comenzó con cuatro secciones de las nueve habitualmente ofertadas a los alumnos. Gradualmente se han ido incorporando los otros profesores que trabajan en la misma asignatura.
- La *resistencia* que aún ofrecen algunos profesores a incorporar los M.C. a su metodología de trabajo, obedece a una orientación conductista tan marcada que les dificulta el contemplar nuevas posibilidades de acción, donde el alumno pueda construir más activamente su propio conocimiento.
- Las evaluaciones cualitativas realizadas a partir del análisis de los mapas conceptuales diseñados por los alumnos; el cuaderno de registro de observaciones realizadas por el profesor y las opiniones de los alumnos, permiten afirmar que la estrategia ha sido adecuada y se presenta como un elemento promisorio que contribuye al logro de un aprendizaje significativo de la Física.
- Al ser el Mapa Conceptual una herramienta que cada alumno usa de diversas maneras a lo largo del curso ha sido imposible establecer diferencias significativas entre los puntajes obtenidos por alumnos que han aprendido a usar mapas conceptuales y los de las otras secciones. Sin embargo, es opinión mayoritaria de los alumnos que la incorporación de los mapas conceptuales al trabajo de estudio y del aula les permite obtener fácilmente una visión global de cada tema tratado y entender las relaciones entre los distintos conceptos que lo conforman. Los estudiantes han manifestado su agrado por la claridad con la que los mapas pueden resumir toda la información de cada tema en particular. Además los usan como formulario para la resolución de problemas.
- Los mapas conceptuales por ser una ayuda visual son una herramienta poderosa para facilitarle a los alumnos la comprensión general de un tema y la relación entre los conceptos. Los mapas pueden ser usados, como se planteó anteriormente, de diversas maneras. Además los Mapas Conceptuales ayudan al estudiante a desarrollar su capacidad de síntesis.
- Se concluye que a pesar de que resulta difícil la construcción individual de Mapas Conceptuales en grupos de 45 estudiantes, éstos son valiosos para mejorar la comprensión y facilitar la construcción del su propio conocimiento, en la medida en que el alumno, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tenga la oportunidad de usar mapas propios o de expertos para, analizarlos, cuestionarlos, o mejorarlos.
- Los alumnos prefieren mayoritariamente los mapas para organizar y comprender información. Muchos continúan empleándolos en otras materias y manifiestan que esa herramienta les ha ayudado mucho a comprender algunos temas de Física II y Termodinámica. La mayoría de los profesores por su parte los usan mayoritariamente como organizadores del conocimiento para facilitar el aprendizaje en sus clases.
- La estrategia ha sido bien recibida tanto por los profesores como por los alumnos por lo que se recomienda continuar utilizándola y extender su uso a los demás temas de Física I.
- La herramienta CmapTools permite la realización de mapas conceptuales dinámicos y el acceso de los alumnos a la información a través de la red, pero debe recordarse que para contribuir con ello al logro de un aprendizaje significativo del alumno, los Mapas Conceptuales para organizar la información deben estar bien concebidos desde el punto de vista del diseño instruccional.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Decanato de Investigación de la Universidad Nacional del Táchira, UNET, Venezuela. Agradecemos el apoyo de los colegas de Física que han participado de esta experiencia y de una manera especial a la ingeniero Neyra Tellez por su incondicional apoyo.

Referencias

- Ausubel, D. (1976). *Psicología Educativa*. México: Trillas.
- Novak, J. D. (2004). *The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them*. Disponible en <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/>. [Consulta: 2004, Abril 15].
- Novak, J. D. y Gowin, D. B. (1988). *Aprendiendo a Aprender*. Barcelona: Martínez Roca.
- Pozo, J. y Monereo, C. (Comps.). (1999). Un Currículo para aprender. Profesores, Alumnos y Contenidos ante el aprendizaje Estratégico. *El Aprendizaje Estratégico*, (70), 11-25. Madrid: Aula XXI/ Santillana.
- Ramírez de M., M. S. (1995). *Una Estrategia Constructivista para el Desarrollo de Habilidades de Pensamiento Científico*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Nacional del Táchira UNET. San Cristóbal.
- Ramírez de M., M. S. (2000). *El Mapa Conceptual como Herramienta Heurística para Facilitar el Aprendizaje*. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad Nacional del Táchira UNET. San Cristóbal.