
EL FRACASO EN LOS CURSOS DE FÍSICA. EL MAPA CONCEPTUAL, UNA ALTERNATIVA PARA EL ANÁLISIS¹

*Zulma Gangoso*²

Facultad de Matemática, Astronomía y Física
Universidad Nacional de Córdoba
Argentina

Resumen

El trabajo describe una experiencia que se planificó para estudiar e intentar revertir el fracaso-rechazo de alumnos de escuela media en un curso de Física. Dicho fracaso estaba medido en término de los altos índices de desaprobación de los alumnos en las evaluaciones a las que eran sometidos. Tales evaluaciones consistían en medir su desempeño en resolución de problemas.

Se estudia la factibilidad de la incorporación de mapas conceptuales como estrategia para mejorar la estructura cognitiva de los alumnos y de este modo aumentar su eficiencia en la resolución de problemas.

I. Introducción

Describimos en este artículo una experiencia llevada a cabo en un cuarto año del bachillerato, cuyo objetivo fundamental fue estudiar la factibilidad de incorporación de los mapas conceptuales (Moreira y Buchweitz, 1987, 1993) como estrategia didáctica y su incidencia en la resolución de problemas en Física.

El problema que dio origen a la investigación fue el fracaso, medido en términos de calificaciones obtenidas, de los alumnos de estos cursos en las clases de Física. Fracaso que por otro lado generaba y/o realimentaba un rechazo por la

¹ Un informe cualitativo y preliminar de esta experiencia fue presentado en el Primer Simposio de Investigadores en Enseñanza de la Física: Gangoso, Z. y Greca, I. "Mapas conceptuales en la escuela secundaria" Tucumán, Argentina; octubre 1992.

² Este trabajo es parte de una investigación mayor, tendiente a obtener el grado de Dr. en Física, dirigida por Marco A. Moreira UFRGS-Brasil

asignatura. Dado que las evaluaciones con las que se calificaba a los alumnos eran en un 90% resolución de problemas, abordamos la investigación desde la hipótesis de que *Mejorando el conocimiento conceptual es posible mejorar la eficiencia en la resolución de problemas en Física*.

Se eligió el mapeamiento conceptual como estrategia para mejorar el conocimiento conceptual. Para esta elección, además de las características propias de tal instrumento que se describen a continuación, se tuvo en cuenta que el mapa conceptual es un recurso que no necesita de equipamientos ni instalaciones especiales, haciendo posible su uso en cualquier tipo de escuela o aula.

El mapa conceptual es un diagrama de conceptos jerárquicamente organizados. Estos diagramas intentan reflejar la organización conceptual de una disciplina o parte de ella, de un libro, de un artículo, de la estructura cognitiva de un individuo, o de cualquier otra fuente o área de conocimiento. En principio los mapas conceptuales pueden tener una, dos o más dimensiones. Un mapa conceptual de una dimensión será un listado de conceptos que tiende a representar el conocimiento en una organización vertical. Lógicamente, en una dimensión se da la representación más simple que se pueda plantear. Este mapa dará una visión grosera (una primera aproximación) de la organización conceptual de una fuente de conocimientos. La jerarquización se da en tanto se ubicarán al tope de la lista los conceptos de mayor generalidad o abstracción, la cual disminuirá a medida que se descende, hasta llegar a los conceptos más concretos (que pueden ser ejemplos) los que se ubicarán al final del listado. Una representación bidimensional permitirá situar sobre las horizontales aquellos conceptos que se consideren del mismo nivel de abstracción. En este caso, las líneas que se ligan a los conceptos permiten explicitar mejor las relaciones entre ellos. De esta manera, los mapas bidimensionales permiten una representación más completa y ajustada de la organización conceptual a la que se refieren. Lógicamente, mapas con tres dimensiones permitirían una representación aún mejor, ya que sería posible tener en cuenta otros factores que afectan la estructura conceptual. Esta ventaja, sin embargo, se ve afectada por la dificultad en su trazado, mucho más si se quisiera utilizar con estudiantes secundarios. Por estas razones, adoptamos para esta experiencia mapas conceptuales bidimensionales.

Se propone en esta experiencia el mapa conceptual como un recurso para mostrar las relaciones jerárquicas significativas entre conceptos de cada unidad de estudio, entendiendo que tal actividad será facilitadora del aprendizaje de las estructuras correspondientes. Si por otro lado, la resolución de problemas se entiende como una actividad culminante en el proceso de aprendizaje en la cual se pone en juego la estructura cognitiva de la persona que resuelve, podemos plantear que:

-Si el mapa conceptual facilita el aprendizaje de la estructura conceptual de una unidad de estudio y este aprendizaje construye y/o mejora la estructura cognitiva

del individuo (estructura puesta en juego en la resolución de problemas), el individuo podría mejorar su performance en la resolución de problemas. De lograr este objetivo, es decir disminuir el fracaso, se podría estudiar si persiste o disminuye la actitud de rechazo hacia la asignatura.

En cuanto a la resolución de problemas, existe en la literatura una variada gama de definiciones en cuanto a qué es un problema y qué significa resolver un problema. En nuestro caso decidimos adoptar como "problemas" las tareas propuestas habitualmente por la docente a cargo del curso. Del mismo modo a fin de no alterar la escala de calificaciones y poder establecer comparaciones con cursos anteriores, se mantiene los criterios usados por la docente para considerar que un problema está bien, regular, mal o no resuelto, es decir adoptamos como indicador de la variable resolución de problemas la nota obtenida por el alumno en las "pruebas" o exámenes parciales sugeridas habitualmente por la docente.

II. Marco Teórico

Los mapas conceptuales son actividades metacognitivas que tienen su fundamentación teórica en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel-Novak-Gowin (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978; Gowin, 1981; Novak, 1977, Novak y Gowin, 1984). Los mapas están directamente relacionados con principios teóricos como el rol del conocimiento previo, subsumisión, diferenciación progresiva, puente cognitivo y reconciliación integradora. Es decir, un mapa conceptual muestra relaciones *significativas* entre *conceptos* en forma de proposiciones. Una proposición son dos o más conceptos conectados por palabras en una unidad semántica (Novak y Gowin, 1984).

Si bien el vocablo *aprendizaje significativo* está hoy ampliamente difundido, tiene sentido insistir sobre él, ya que es el concepto central de la teoría.

La teoría mencionada, es una teoría cognitiva que como tal busca explicar teóricamente el proceso de aprendizaje desde la óptica de la psicología cognitiva. Para Ausubel las nuevas ideas e informaciones podrán ser aprendidas y retenidas en la medida en que conceptos relevantes e inclusivos estén claros y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y sirvan de anclaje a las nuevas ideas y conceptos. Cuando la nueva información *interactúa* con los conceptos existentes adquiere significado para el individuo pudiendo éste asimilarla, lo que contribuye para la diferenciación, elaboración y estabilidad. Es a este *proceso* al que se denomina aprendizaje significativo. Este proceso involucra la comprensión, transformación, almacenamiento y uso de la información. Es una teoría que interpreta que el individuo *construye* significados, sólo que a diferencia de otras posiciones constructivistas, Ausubel cree que para que la reestructuración se produzca es necesario una instrucción

que presente de modo organizado y explícito la información que debe ser relacionada con las estructuras existentes.

Desde esta perspectiva, el almacenamiento de la información en el cerebro humano es altamente organizado formando una jerarquía conceptual. *Estructura cognitiva* significa, entonces, una estructura jerárquica de conceptos en la mente del individuo. Esta característica hace que la construcción de un mapa conceptual sea una tarea idiosincrática. Sin embargo, puede ser también, y, en general lo es, socialmente construido.

Si bien a primera vista un mapa conceptual pueda parecerse a un diagrama de flujo, no lo es. En lugar de una representación que se corresponda directamente con el texto, clase o unidad y refleje la estructura lógica de conocimiento (por ejemplo un resumen), el mapa conceptual refleja la estructura psicológica de conocimiento del asunto en cuestión. En este sentido, el mapa conceptual no es una estrategia más de estudio, no es una técnica que pueda ser mecánicamente aprendida y utilizada. El mapa conceptual es esencialmente una estrategia de metacognición.

El mapa conceptual está basado en una teoría psicológica de educación en ciencias y está diseñado para ayudar al estudiante a "aprender a aprender" ciencias. (Novak, J., 1990).

En cuanto al marco teórico para estudiar la resolución de problemas parece no existir hasta el momento una teoría desde la cual se pueda analizar y explicar esta tarea.

Hay autores que explican la falta de resultados concretos en el área, justamente por el hecho de ser una investigación ateorica. (Lester, F. 1986).

A pesar de que en los últimos tiempos la investigación en el área esté menos caótica, no es posible hablar aún de una teoría. Kurt VanLehn en "*Problem Solving and Cognitive Skill Acquisition*" observaba "*porque este es un tiempo de transición no puede presentarse aún una teoría coherente de resolución de problemas y adquisición de habilidades, por ahora existen sólo ingredientes para desarrollar tal teoría*" (VanLehn, K. 1989).

Está aún en discusión si la resolución de problemas en Física puede ser explicada desde teorías psicológicas adecuadas o si deben ser desarrolladas teorías especiales. Se discute asimismo si en la resolución de problemas que nos ocupa existen algunos procesos y habilidades que sean exclusivos del dominio de la Física.

Estas dificultades surgen, entre otras razones, debido a la complejidad de los procesos puestos en juego. A esto se debe sumar la dificultad en establecer no tanto las diferencias, sino más bien las relaciones entre elementos del conocimiento conceptual y del conocimiento procedural cuando la estructura cognitiva es usada dinámicamente para resolver un problema o realizar una tarea no trivial. (Silver, E.; 1986)

Nuestra investigación se desarrolló desde la concepción que es la estructura cognitiva en su total complejidad, la que incide en la performance, en resolución de problemas y que los mapas conceptuales reflejan aspectos relevantes de tal estructura.

III. Metodología

Siendo el mapa conceptual un instrumento eminentemente metacognitivo y cualitativo, nuestra investigación se planeó desde una metodología interpretativa. No se establecieron categorías de análisis a priori, sino que su definición se realizó a medida que se avanzaba.

Por otro lado, en un marco más general, situamos esta investigación dentro de un método de investigación-acción, en tanto fue planteada para actuar en respuesta a un problema. La docente a cargo del curso se involucró en la investigación en tanto participó en todas las etapas en particular a la hora de establecer categorías y tomar decisiones que afectaran directamente variables curriculares. Sin embargo, a fin de salir al paso a visiones caóticas de la investigación-acción, quizá sea preciso aclarar que los roles de docente y de investigador estaban claramente definidos, actuando el investigador como referente externo del proceso.

IV. Descripción de la experiencia y resultados

El estudio se realizó con la totalidad de los alumnos (39) de un curso mixto de cuarto año de bachillerato-biológico (existen en la escuela también orientaciones pedagógicas y físico-matemáticas), en el horario habitual asignado a la asignatura de Física. Se disponía así de dos módulos semanales, uno de 80 y otro de 40 minutos. Según el currículum de la orientación biológica éste es el primer encuentro formal de los alumnos con la Física.

Tales clases de Física se desarrollaban en un aula de dimensiones bastante reducidas para el número de pupitres individuales asignados a los alumnos. La escuela en que se trabajó es una de las más antiguas de la ciudad y su edificio centenario, así como su mobiliario, se encontraban en estado regular de conservación. En algunas clases los alumnos debían ir a buscar un pupitre faltante o compartirlo con un compañero. Los alumnos no utilizaban libro de texto y el único material ofrecido al docente por la escuela era el pizarrón y tiza. El clima general de la escuela era de libertad.

El sistema de calificaciones prevía dos períodos en el año en los que los alumnos para aprobar la asignatura debían obtener un promedio de seis puntos, con una nota no inferior a cuatro en el segundo período.

V. Primera etapa

Esta primera etapa de la investigación coincide con lo que Jackson llama la *etapa preactiva* en la enseñanza.

Como primer paso, antes de comenzar las clases, se intentó trazar con la docente el mapa conceptual de la asignatura. Se tomaron como contenidos curriculares los mismos desarrollados en años anteriores, los cuales respondían a la siguiente secuencia:

1-Vectores: definición. Suma de vectores , producto de un vector por un número. Producto escalar.

2-Estática. Composición de fuerzas. Momento de una fuerza. Máquinas simples.

3-Cinemática. Movimiento rectilíneo y uniforme. Movimiento rectilíneo uniformemente variado.

4- Dinámica. Leyes de Newton. Trabajo y Energía.

Se pretendió usar el mapa para discutir con la docente la potencialidad de este instrumento, para acordar significados y también como análisis del curriculum. Como primer paso se sugirió un listado de los conceptos relevantes, luego su jerarquización para posteriormente trazar el mapa en un plano. Una primera versión del mapa se muestra en la Fig. 1-A.

El resultado de esta actividad se puede resumir de la siguiente manera:

- Se logra una reflexión acerca de los tiempos asignados a cada unidad en función de la relevancia e inclusividad de los conceptos involucrados. Observamos que se asignaba 50 % (el primer período) a las unidades 1 y 2 y casi el 90% del total del tiempo de clases a las tres primeras unidades, siendo que a criterio de la docente, los conceptos de la unidad 4 aparecían como los más relevantes.

- Los conceptos de espacio, tiempo, sistema de coordenadas y sistema de referencia que aparecían en el listado que daría lugar al mapa, no tenían su correlato en el desarrollo del curso. Otro tanto sucedía con los conceptos "variación" y "constante".

- La unidad 1 aparece como una unidad de conceptos "instrumentales", que podría aparecer en el mapa en el caso que se trazara en tres dimensiones, pero que en un mapa bidimensional debía ser planteada como prerrequisitos, conocimientos previos o herramientas matemáticas. Esto se observa, en tanto aparece una dificultad en la propia docente para integrar esta unidad al mapa tanto en el momento de jerarquizarlos como para establecer relaciones con los conceptos de las otras unidades.

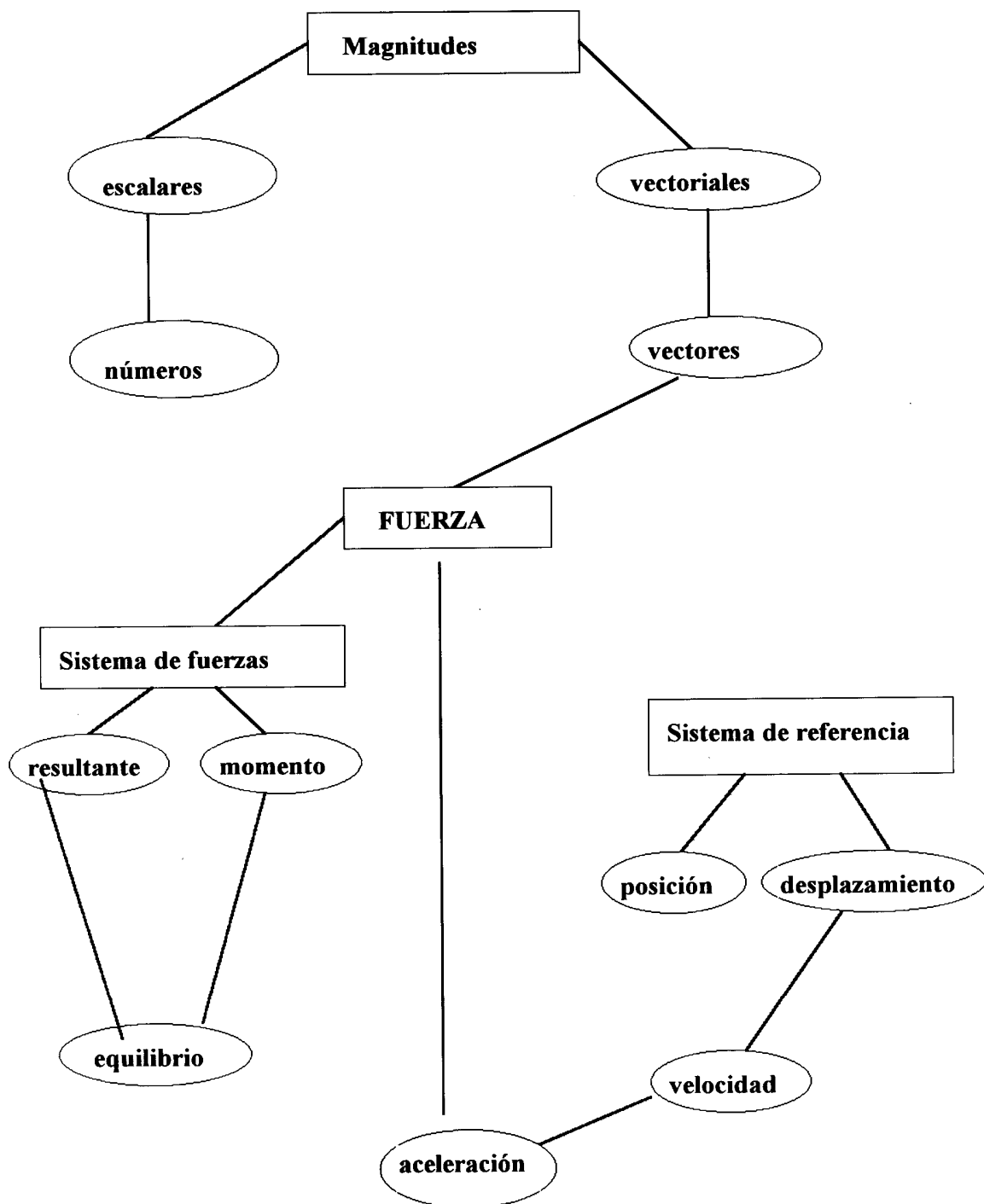


Fig. 1-A

A la luz de este análisis decidimos reasignar tiempos y reorganizar la secuencia de contenidos, quedando la siguiente propuesta:

Unidad 0: Herramientas matemáticas: Sistema de coordenadas. Vectores. Suma de vectores.

Unidad 1: Espacio, tiempo, sistema de referencia, desplazamiento, velocidad, aceleración. Movimientos con velocidad constante. Movimientos con aceleración constante: Caída de los cuerpos.

Unidad 2: Dinámica del punto: noción de fuerza. Equilibrio en las traslaciones. Primera y segunda ley de Newton. Trabajo mecánico. Energía mecánica.

Unidad 3: Cuerpos en equilibrio con velocidad nula. Condiciones de equilibrio.

Al comenzar el curso, la docente presentó el mapa conceptual resultado de la reflexión planteada, el que se muestra en la Fig.1-B. Esta actividad tuvo en esa instancia como único objeto la presentación de la asignatura.

VI. Segunda etapa

Al comenzar las clases se entrevistó a los alumnos a fin de indagar sobre las expectativas acerca de la asignatura. Si bien manifestaban desconocer el objeto de estudio "sabían" por lo que los alumnos de cursos superiores les habían "informado" que era una materia "difícil" para la cual habían que tener buen conocimiento de las matemáticas. Los alumnos aceptaban como "natural" el fracaso en física y "sabían" que a pesar de que esta profesora era "buena", muchos irían a rendir.

Los alumnos fueron informados de la experiencia que se planeaba y de la expectativa de revertir la actitud de "resignación" al fracaso.

Para iniciarlos en el trazado de mapas vimos necesario y conveniente no hacerlo con conceptos de ningún contenido curricular. Si bien podría haber sido interesante intentar un mapa con conceptos matemáticos considerados herramientas para el desarrollo posterior de la asignatura, los resultados de la entrevista inicial lo hizo totalmente inconveniente. Resultaba indispensable ganar la confianza de los alumnos para vencer el "determinismo" : mal en Matemática = mal en Física y para ello no debían sentirse evaluados. Debíamos buscar un contenido en el que todos los alumnos pudieran participar en igualdad de oportunidades.

Optamos entonces, por iniciar el trazado de un mapa trabajando con el cuento infantil "Blanca Nieves y los 7 enanitos".

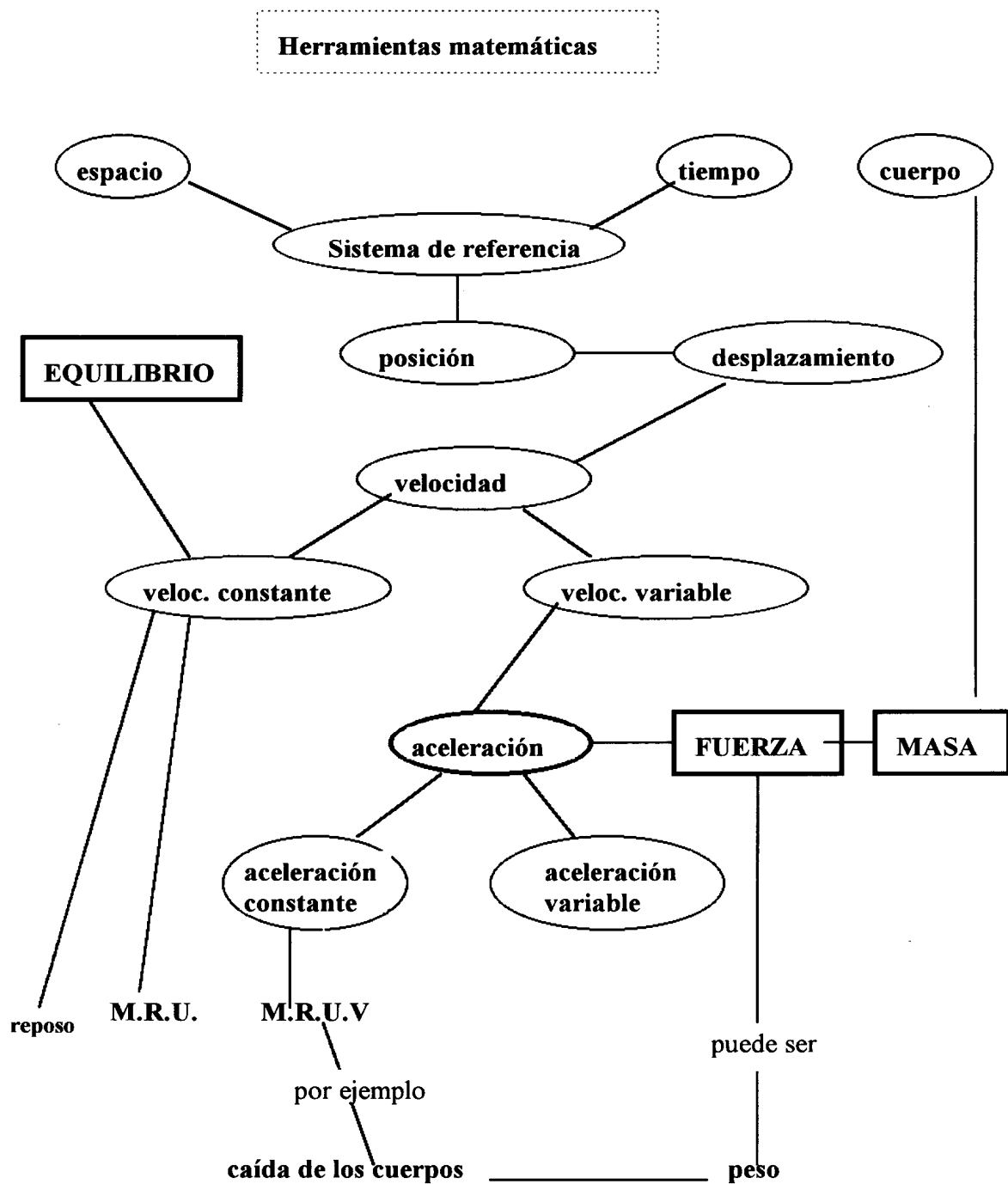


Fig. 1-B

Al ser una actividad exploratoria, como única consigna se indicó:

- lectura individual y luego discusión del cuento en grupos.
- selección y listado de conceptos relevantes.
- establecer alguna jerarquización según la generalidad o abstracción de los conceptos listados.
- consensuar el trazado de un mapa en grupo de 4 ó 5 alumnos, intentando reflejar la jerarquización.

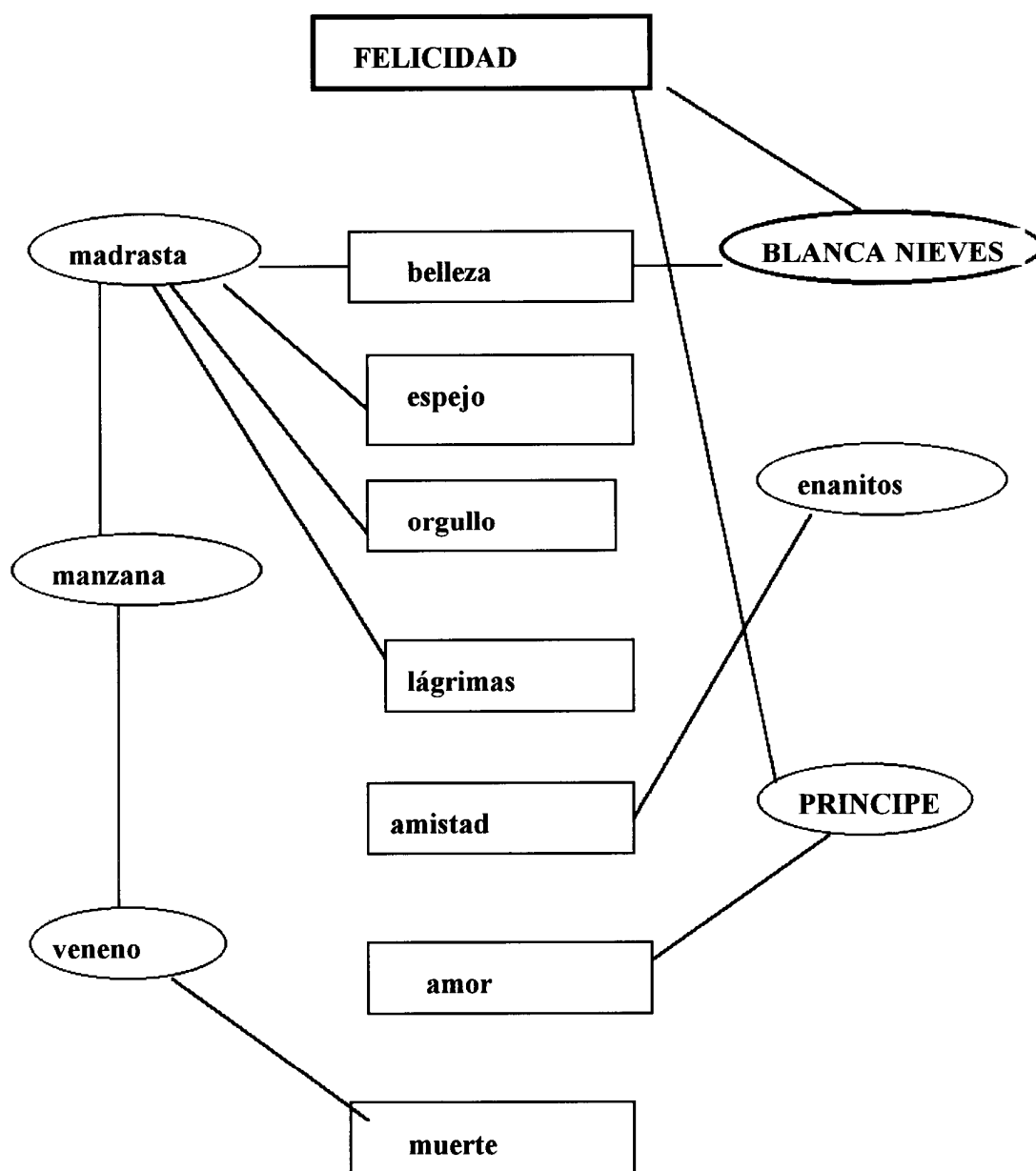
La actividad resultó sumamente interesante. Se logró la participación de la totalidad de los alumnos. Una vez trazados los mapas, cada grupo explicó las razones de la selección de conceptos, la jerarquización y los nexos entre conceptos. Todos los mapas fueron explicados con la participación de sus autores. En las Fig.2 -A, 2 -B y 3 se muestran ejemplos de estos mapas.

Como resultado del mapa expuesto más la explicación, aparece:

- clara distinción entre conceptos relevantes y accesorios, representados en los mapas con diferentes recuadros, colores, letras mayúsculas o minúsculas.
- clara distinción entre conceptos abstractos y concretos, también representados por colores o recuadros diferentes.
- en general aparecen tres categorías de conceptos: los protagonistas del cuento, los elementos del contexto (bosque, espejo, manzana) y una categoría de conceptos abstractos identificables con valores (belleza, envidia, amor, felicidad).
- hay jerarquización, representada en el mapa en general en una distribución radial.
- en la jerarquización se aprecia claramente la idiosincracia de la tarea, en tanto en algunos mapas el concepto más relevante es Blanca Nieves, en otros aparece Amor o Felicidad.
- algunos mapas, además de distribución radial, muestran una lateralidad, sobre un lado conceptos valorados negativamente (maldad, envidia, bruja, veneno) y sobre el otro aquellos con valor positivo (felicidad, amor, amistad, beso).

Esta tarea fue realizada en dos módulos de 80 minutos y uno de 40, la que se alternaba con la introducción de conceptos y ejercitación de manera habitual siguiendo la secuencia programada. Finalizada la unidad de herramientas matemáticas, por exigencias administrativas, los alumnos fueron sometidos a una evaluación tradicional. Las calificaciones respondieron a la siguiente distribución:

- 40% con más de 6 puntos.
- 30% con 4 ó 5 puntos.
- 30% con menos de 4 puntos.

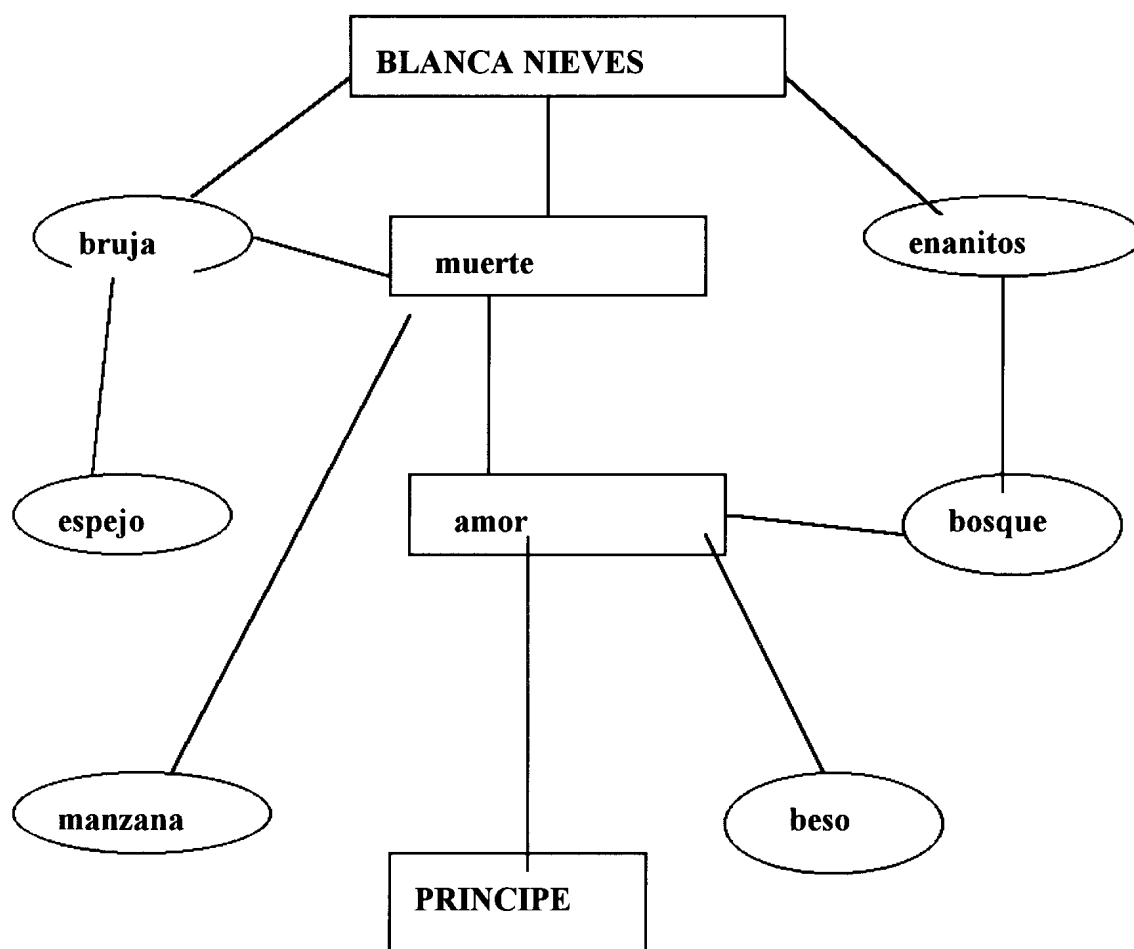


Ceci, Juan y Marcela

Fig.2-A

VII. Tercera etapa

Promediando la unidad 1, se empezó a trabajar sobre la confección de mapas con los conceptos de Física. La selección , jerarquización y relaciones que

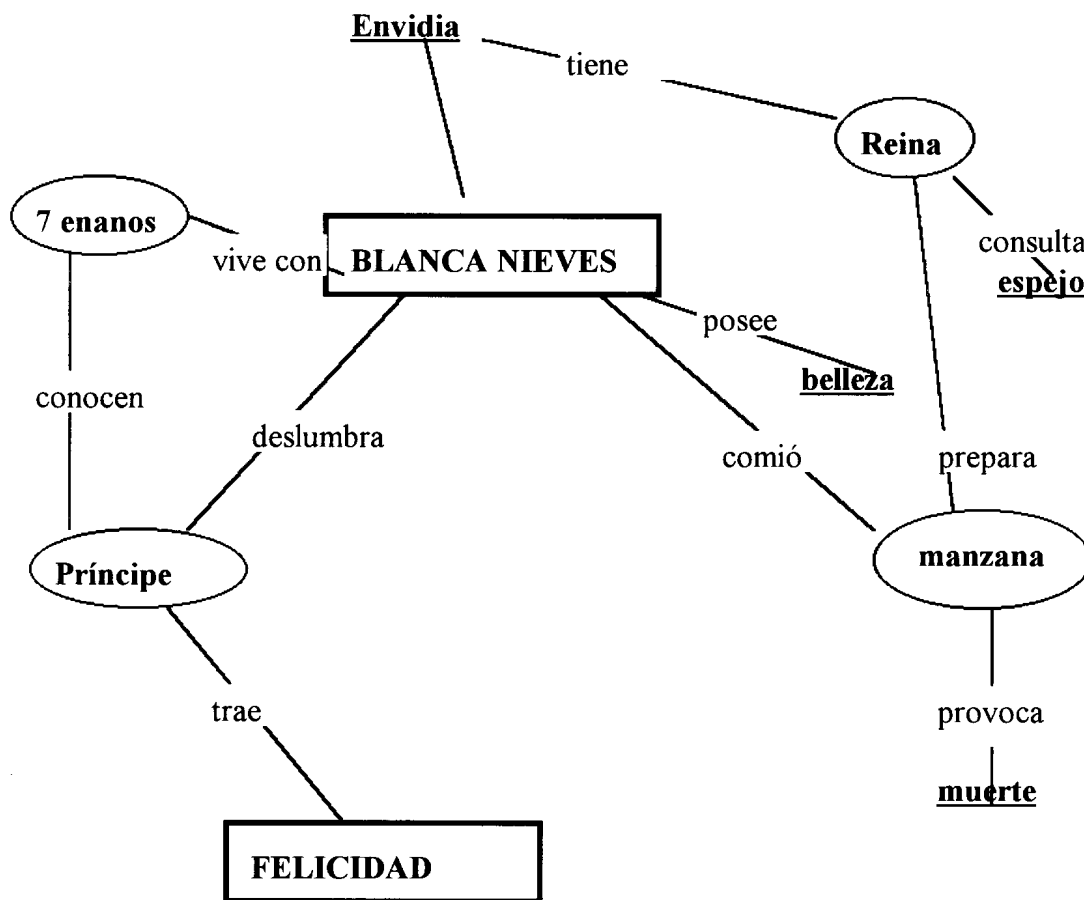


**Magda, Verónica y
Sofía**

Fig. 2-B

habían resultado casi "natural" en la actividad exploratoria, presentan serias dificultades cuando se trata de conceptos de Física. Este es el primer indicio de que el aprendizaje significativo de los conceptos es determinante al trazar el mapa.

La docente planificó una evaluación en la que los alumnos debían resolver 4 cuestiones: 2 preguntas a resolver gráficamente y 2 problemas. Se solicitó a los alumnos, que además de resolver los problemas, en uno de ellos por lo menos y a su elección, trazara el mapa conceptual con los conceptos involucrados en el problema. Las Fig. 4 y 5 son ejemplos de mapas hechos por los alumnos en esa evaluación.



Cuarto año, IV sec.,
1992

Fig. 3

Un automóvil pasa por un punto A a una velocidad de 60 km/h y mantiene esa velocidad durante 10 km. A partir de allí frena uniformemente, deteniéndose en un punto B que está a 11 km de A. ¿Cuánto tarda en ir de A a B?

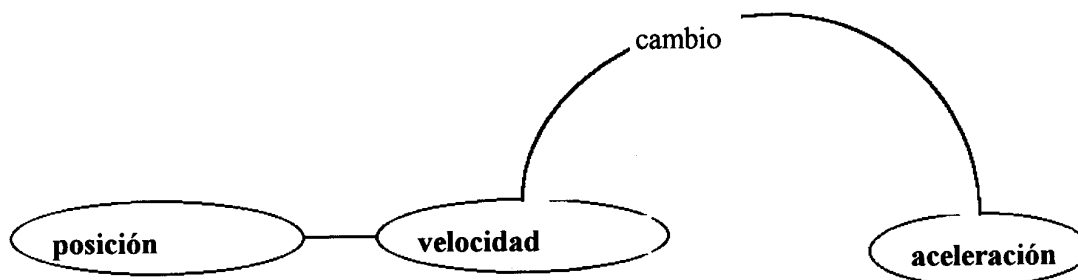


Fig. 4

Un tren cuya longitud total es 500 m, tarda 30 segundos en pasar por un andén de 400 m de longitud. ¿Cuál es la velocidad media del tren durante dicho intervalo?

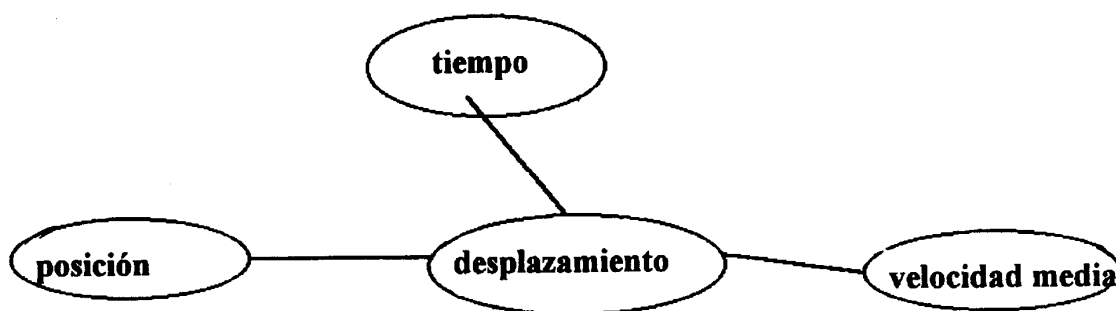


Fig. 5

El análisis de la prueba y los mapas hechos en ella arrojan el siguiente resultado:

- Aparecen mapas prácticamente en una dimensión.
- Se hace muy difícil establecer categorías de mapas, ya que las relaciones entre conceptos están prácticamente limitadas a la formulación matemática.
- En los casos en que es posible categorizar como buenos o malos mapas, no encuentra relación con la calificación obtenida.

Esta segunda evaluación coincidió con la finalización del primer período escolar. Las calificaciones promedio obtenidos por cada alumno tuvo la siguiente distribución:

- 30% de alumnos calificados con más de 6 puntos.
- 50% de alumnos calificados con 4 ó 5 puntos.

-20 % de alumnos con calificación menor que 4.

Esta distribución significaba que teníamos un 70% de alumnos que no aprobaban la asignatura, a lo cual se agregaba que un 20% necesitaba obtener en el segundo período un promedio de 8 puntos o más.

VIII. Conclusión parcial

En el período de receso se analizaron los resultados obtenidos al momento y se llegó a la siguiente conclusión parcial:

El mapa conceptual como estrategia aislada no produce cambios en la performance en resolución de problemas.

La relectura del marco teórico sugirió algunos cambios:

Para lograr aprendizajes significativos la instrucción se debe presentar de manera que explícitamente se favorezca la relación con las estructuras existentes. Esto significa que la introducción de conceptos, además de establecer explícitamente las relaciones, debe estar contextualizada. Las evaluaciones deben estar integradas al proceso de aprendizaje, es decir, no puede plantearse un corte abrupto: enseñanza constructivista - evaluación conductista. Las evaluaciones debían tener en cuenta también la contextualización, no sólo valorando la génesis de los conceptos sino atendiendo también los intereses y diferencias entre los alumnos.

Los resultados obtenidos sumados a la iluminación dada por el marco teórico llevó a las siguientes decisiones:

- modificar la estrategia en la introducción de conceptos, para el cual se tendría en cuenta los conocimientos previos de los alumnos, estableciendo explícitamente las relaciones.

- los conceptos debían ser contextualizados, para el cual en la introducción se discutiría el contexto histórico en el que se construyeron y las dificultades en la generación de tal conocimiento.

- ampliar los criterios de acreditación en la asignatura. la calificación de un alumno se ponderaría con el siguiente criterio: un 60 % de la calificación se obtendría por la resolución de problemas, pudiendo elegir el alumno para completar el otro 40% entre temas de: historia de la ciencia, biografías de científicos que contribuyeron a la construcción de los conceptos en estudio, desarrollos tecnológicos o temas de actualidad vinculados a la física. (En esos momentos en el país se discutía la privatización de los recursos energéticos).

- incorporar actividades de seminarios a cargo de grupos de alumnos.

IX. Cuarta etapa

La unidad de dinámica se inició teniendo en cuenta las decisiones anteriores. Los temas "extras" fueron consensuados entre propuestas de la docente y los alumnos. Se acordó un plazo de dos meses para presentar las exposiciones.

Al promediar la unidad, los alumnos fueron sometidos a una evaluación en la que nuevamente se solicitó la confección de un mapa conceptual para al menos uno de los problemas planteados. En esta oportunidad, no hubo entrenamiento previo con mapas.

El estudio de los mapas sugirió:

- no es posible establecer categorías en base al número de conceptos, ya que prácticamente es el mismo en todos.

- la categorización se hace tomando en cuenta las relaciones, entre las que seleccionamos las siguientes:

- a-distingue velocidad de aceleración.

- b-relaciona fuerza con velocidad o fuerza con aceleración.

- c-relaciona movimiento con velocidad o movimiento con fuerza.

Relación de los mapas con la resolución del problema:

- No es posible establecer relaciones claras entre categorías de mapas y categorías de problemas. Es probable que esto se deba a las tareas escogidas como problemas (debe recordarse que se usaban como problemas aquellas tareas que habitualmente la docente usaba como tales). La probabilidad de obtener mapas diferentes aumenta en tanto sean situaciones diferentes y su discusión esté fuertemente basada en conceptos. Los ejercicios de aplicación habitualmente llamados problemas requieren más del manejo de algoritmos que de la estructura cognitiva del individuo que resuelve, favoreciendo un operativismo mecánico

- No todas las relaciones tienen la misma relevancia para predecir resultados en la resolución del problema.

- La relación fuerza con aceleración podría ser aprendida mecánicamente. Es posible establecer la relación en el mapa, escribir $F=m.a$ y mantener una concepción aristotélica.

- La relación entre fuerza y movimiento aparece mejor relacionada al fracaso en la resolución de los problemas planteados. La Fig. 6 muestra uno de esos mapas.

Un bloque de masa 8 kg, partiendo del reposo es empujado a lo largo de una mesa horizontal por una fuerza constante. Este cuerpo se desplaza 3 m en 6 segundos.

a- ¿Cuál es la aceleración del cuerpo?

b- ¿Cuánto vale la fuerza aplicada?

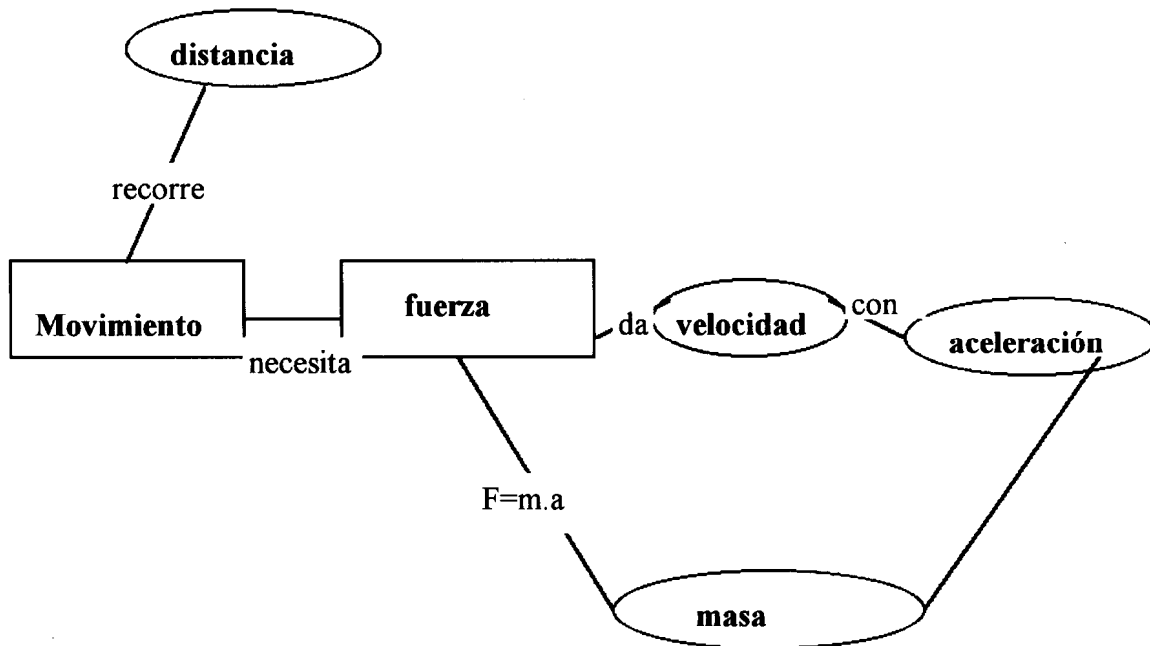


Fig. 6

Las calificaciones finales obtenidas por los alumnos, se calcularon de acuerdo a la ponderación prevista: 60 % la nota de la prueba, 40 % el seminario sobre el tema elegido. En la tarea de seminario se tuvo en cuenta esencialmente el trabajo realizado valorando según el caso la búsqueda bibliográfica, la actualidad del tema, el valor social del trabajo y en todos los casos la responsabilidad e integración de cada integrante del grupo.

Las calificaciones al finalizar el segundo período respondieron a la siguiente distribución:

- 60% calificación mayor que 6.
- 20 % entre 4 y 5.
- 20 % menor que 4 (en general alumnos que no cumplieron con las tareas asignadas).

X. Discusión e interpretación de resultados

De acuerdo con lo informado en la conclusión parcial, la interpretación más relevante es que el uso del mapa conceptual como estrategia aislada no produce cambios en la performance en resolución de problemas tipo ejercicio, sin embargo dicha conclusión arrastró el cambio de otras variables curriculares. Es decir, generó una reflexión sobre el curriculum, logrando como primer paso la distinción entre curriculum y listado de contenidos.

Una reflexión posterior de todo el trabajo aconsejaría quizá cambios más radicales, en particular en lo que hace a la secuencia de contenidos y a la determinación de las tareas a utilizar como problemas. El hecho de ser una investigación del tipo acción hizo que tales cambios se decidieran a partir de reflexiones sobre la marcha, lo que indicaba cambios graduales. También los cambios en las actitudes de la docente fueron graduales y en todo momento se debían acordar las decisiones.

Los cambios que generó el uso de los mapas, hicieron que no se desarrollaran todos los contenidos programados. Esto hizo posible la discusión acerca de los tiempos empleados en la escuela, poniendo en duda los criterios de eficiencia tradicionales "cumplir con el programa a cualquier costo".

La discusión conceptual y cualitativa incluyendo aspectos históricos y epistemológicos, logró al menos poner en discusión la visión exclusivamente analítica de la Física, siendo esto un primer paso para diferenciar los resultados y expectativas de la asignatura Física de los éxitos o fracasos en la asignatura Matemática.

La diversificación de actividades que intenta tener en cuenta diferencias individuales, favoreció participación activa de la mayor parte del alumnado a lo largo de todo el curso.

Consistente con lo anterior, los cambios en los criterios de acreditación desalentaron la autoexclusión temprana de algunos alumnos, circunstancia que había comenzado a observarse con los primeros aplazos.

Se apreció una clara revalorización del trabajo en grupos al incorporarlo no sólo como actividad de clase sino también en las evaluaciones (seminarios y trabajos bibliográficos).

XI. Conclusiones

Se corrobora la afirmación de Novak en cuanto a que el mapa conceptual no es una estrategia más que pueda ser usado mecánicamente.

De acuerdo a las bases teóricas que lo sustentan, orientan hacia una enseñanza que hace una opción clara por un modelo constructivista poniendo énfasis en el aprendizaje significativo.

Se confirma la potencialidad del mapa conceptual como instrumento de análisis y diseño curricular.

El uso del mapa conceptual orienta al docente a un diseño de material instruccional conceptualmente más claro. Facilita el trabajo en grupos respetando además las características individuales.

Los alumnos se familiarizan rápidamente con la técnica, que presenta además la utilidad en la detección de los conocimientos previos.

El alumno aprende a valorar y respetar su propio trabajo y el de sus compañeros, generando de este modo actitudes positivas.

En cuanto a la resolución de problemas, será necesario definir qué tarea se considerará como tal, al menos si se pretende que esta actividad favorezca el aprendizaje significativo. Los "problemas-ejercicios" que implican nada más que el manejo de fórmulas parecen favorecer más el aprendizaje mecánico, no significativo. Consecuentemente, no es de sorprender la ausencia de relación entre mapas conceptuales y desempeño en resolución de problemas de esa naturaleza.

Considerando que, en general, así son los "problemas" propuestos en las clases de Física (al menos en la escuela media), nos parece que ese tipo de actividad debería ser replanteada si es que se busca en los días de hoy un aprendizaje constructivista significativo.

Nota: Deseamos dejar expresa mención del agradecimiento a la Escuela Normal de Profesores Alejandro Carbó de la Ciudad de Córdoba donde se realizó la experiencia y en especial a la Profesora Ileana Greca, docente a cargo del curso.

XII. Referencias Bibliográficas

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H. *"Educational Psychology*, 2 ed Trad. cast. M. Sandoval: *"Psicología Educativa"*. Méjico: Trillas. 1983.

CHI, M.T.H., FELTOVICH, P.J. y GLASER, R. *"Categorization and representation of physics problems by experts and novices*. Cognitive Science, 5, 121-151. 1981.

HIEBERT, J. *"Conceptual and procedural knowledge: The case of mathematics* Hillsdale, NY: Erlbaum. 1986.

JACKSON, P. *"The way teaching is"* en Gimeno Sacristán y Pérez Gómez A (Comp.) *"La enseñanza, su teoría y su práctica"*. AKAL / Universitaria, 3ra. Ed 1989.

- LARKIN, J. H. *"Teaching problem representation and skill in physics."* En Tuma, D. y Reif, F. (Eds) *"Problem solving and education"*. Hillsdale, NY: Erlbaum. 1980.
- LARKIN, J.H., McDERMOTT, J., SIMON, D.P. and SIMON, H.A. *"Expert and novice performance in solving physics problem"*. Science, 208, 1335-1342. 1980.
- MOREIRA, M.A. y Buchweitz, B. *"Mapas Conceituais"*. São Paulo: Editora Moraes.1987.
- MOREIRA, M.A. *"Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física"*. Porto Alegre: Editora da Universidade.1983.
- MOREIRA, M.A. *"Concept mapping as a possible strategy to detect and to deal with misconception in physics"*. In Novak, J.D. (Ed.), *"Proceedings of the Second International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and mathematics Education"*. Ithaca, Nueva York, Cornell University, Department of Education. 1987.
- NOVAK, J. D. *"A Theory of Education"*. Cornell University Press. Trad. al cast. de C. del Barrio y C. González:*"Teoría y Práctica de la Educación"*. Madrid: Alianza. 1985.
- NOVAK, J.D. *"Constructivismo humano: un consenso emergente"*. Enseñanza de las Ciencias, 6, 3, 213-223. 1988.
- NOVAK, J. D. *"A Theory of Education"* (Second Edition; Draft of Chapters 1-4), Ithaca, NY, Cornell University, Department of Education. 1990.
- NOVAK, J.D. and GOWIN, B. D. *"Learning how to learn"* Cambridge, Ma.: Cambridge University Press. Trad. al cast. de Campanario, J.M. y Campanario, E *Aprendiendo a aprender*. Baelona: Martínez Roca, 1988.
- POZO, J.I. *"Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal"*. Madrid: Visor. 1987.
- POZO, J. I. *"Teorías cognitivas del aprendizaje"*. Madrid: Morata. 1989.
- VanLEHN, K. *"Problem Solving and Cognitive Skill Acquisition"*. En Posner, M. *"Foundations of Cognitive Science"*. Cambridge Massachusetts: Institute of Technology. 1989.