

GÓNDOLA

ISSN 2145-4981

Vol 5 No 2 Diciembre 2010 Pp 23-33

EL COJÍN NEUMÁTICO COMO UNA EXPERIENCIA DE LABORATORIO

PNEUMATIC PAD AS AN EXPERIENCE OF LABORATORY

Greis Julieth Cruz Reyes
greiscruz@gmail.com

RESUMEN

Se describe la construcción de una mesa de cojín neumático con una guía de trabajo que favorece el desarrollo de algunas habilidades de pensamiento las cuales permiten una mayor profundización en los conceptos por medio de modelos mentales los cuales son descripciones propias basadas en simulaciones de diferentes fenómenos físicos, éste montaje crea un cojín de aire que da lugar al movimiento sin fricción, de fichas imanadas sobre la superficie de la mesa. Las guías de trabajo dan las pautas que llevan a analizar simulaciones de fenómenos físicos en donde los factores disipativos pueden considerarse aproximadamente nulos. En el presente artículo se describe la construcción del cojín de aire y algunas aplicaciones para la introducción de conceptos como; presión de un gas, relación volumen presión y movimiento aleatorio de partículas.

Palabras clave: Enseñanza de la Física. Cojín neumático. Dipolos Magnéticos.

ABSTRACT

Describes the construction of an air cushion table with a working guide that encourages the development of certain thinking skills which allow greater depth in the concepts through which mental models are descriptions own simulations based on different physical phenomena , this assembly creates a cushion of air that results in movement without friction, magnets on the surface chips off the table. The work guides give the guidelines leading to analyze simulations of physical phenomena where the dissipative factors can be considered approximately zero. The present article describes the construction of the air cushion and some applications to the introduction of concepts such as, gas pressure, relationship pressure volume and random motion of particles.

Key Words: Physics teaching, Air Cushion, Magnetic Dipoles

Introducción

· Licenciada en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Estudiante Maestría en Física, Universidad Nacional de Colombia.

Partiendo de la idea de que la didáctica de la Física implica más que la elaboración de materiales de apoyo para la clase y que requiere de la investigación por parte del profesor(a) sobre sus propios conocimientos y los modos (lenguaje, símbolos, orden de las ideas, uso de tecnologías, equipos, etc.) en que pretende lograr que sus estudiantes construyan al conocimiento, se presenta en este trabajo el proceso de elaboración de una mesa con cojín neumático para simular fenómenos con baja fricción. El trabajo de elaboración permite explorar diversos aspectos por lo que no debe ser vista como un simple montaje, tales aspectos deben permitir hacer del cojín neumático un motivo de desarrollo de pensamiento en la clase de Física.

La mesa de cojín neumático es un montaje que permite simular el movimiento aleatorio de partículas, lo cual facilita imaginar un sistema de partículas en diversos estados. Al ser éste el movimiento característico de los sistemas microscópicos, podemos estudiar el comportamiento de un sistema visto desde las partículas que lo constituyen, suponiendo que las partículas son representadas con fichas (círculos plásticos con base imantada), el medio en el que se mueven las partículas es producido con un cojín de aire, el cual consiste en una cámara rectangular de acrílico con 841 agujeros en la superficie y un orificio lateral por donde se conecta la entrada de aire, de modo que cuando éste sale por los pequeños agujeros propicia el movimiento aproximadamente sin fricción de las fichas. Por tanto, es posible observar un mismo fenómeno físico cambiando las condiciones y observando la variación del mismo, por ejemplo podemos manipular el proceso de compresión de un sistema de partículas, observando el cambio en su comportamiento cuando alteramos variables como; el número de partículas, la masa de las fichas ó la interacción entre las mismas.

Sobre la enseñanza de la Física.

En los últimos años la enseñanza de la física y en general de las ciencias se ha venido transformando de esquemas tradicionales y rígidos a métodos más flexibles y abiertos, desde la educación primaria hasta la formación universitaria y esto se ha dado por la necesidad de formar científicos en todos los países como una forma de avanzar y desarrollar cultura científica, o por la necesidad de formar nuevos ciudadanos para sociedades en evolución. La enseñanza de las ciencias, en palabras de Gil Pérez y Vilchez, A (2007) [7] se marcan por “La necesidad de sustituir las estrategias de transmisión-recepción por otras que orienten el aprendizaje como una tarea de indagación o investigación, que favorezca la participación de los estudiantes en la (re)construcción de los conocimientos.” Al pasar los años se ha dado a entender que el método más utilizado para enseñar física, da la idea de una Física acabada y trivial, es decir, hemos estado adquiriendo conceptos en lugar de aprovecharlos y de que el estudio de éstos sean una base para desarrollar formas de pensar y ver el mundo. Para lograr lo anterior, se propone la necesidad de trabajar en enseñar a buscar respuestas a través del análisis, la observación y la experimentación, en donde la verdad única no es la mencionada por el profesor(a) sino la

inferida de la crítica, la indagación, los modelos mentales y la construcción propia del conocimiento.

Actualmente se continúa estudiando sobre la relación entre los modelos conceptuales que pueden asumirse como las teorías elaboradas por la academia y los modelos mentales entendidos como el conjunto de explicaciones o interpretaciones que el estudiante da a un fenómeno después de una determinada escolarización, asunto que ya los profesores Greca y Moreira (1998) [5] colocarán en sus artículos sobre la relación entre modelos conceptuales, modelos mentales y modelización, diciendo que;

“...los profesores muchas veces no logran que sus alumnos construyan modelos mentales que sean consistentes con los modelos conceptuales y con las teorías científicas compartidas y que les permitan comprender los fenómenos físicos de acuerdo con ellas. Estos se limitan a aprender de memoria largas listas de fórmulas y definiciones que no comprenden, pues los fenómenos que ellas describen no están siendo interpretados de acuerdo a los modelos mentales que deberían ser construidos.”

Es por esto que este trabajo se propone iniciar los ejercicios llevando al estudiante a preguntarse de forma sistemática sobre el tipo de variables que va a manipular y los modos de controlarlas para obtener determinados efectos con la posibilidad de equivocarse cuantas veces sea necesario, pero no por un simple ensayo y error sino equivocándose de forma consciente al prever qué sucederá en el sistema si se modifican unas variables o si se toma en cuenta diferentes aspectos, donde el objetivo final del experimento, para los estudiantes y docentes es reflexionar sobre *la veracidad de la teoría*, en relación con las condiciones de comprobación, tanto internas como externas en el sujeto.

Recordemos que según nos dice Cristancho F, Fajardo F. (2003) [2] “el experimento es investigar hasta qué punto un sistema real es descrito por los sistemas ideales estudiados en la teoría.” y como vemos, es posible incluir la palabra *investigación* sin importar el nivel educativo que tengan los estudiantes, queriendo decir con ésta palabra, la capacidad de generar preguntas alrededor de cierta observación. Ésta forma de empezar una tarea investigativa, es una manera de mejorar las prácticas experimentales de tal forma que resulte significativo al(a) estudiante, idea que también desarrollan los profesores Vizcaíno y Castiblanco [1] en su artículo sobre la experimentación en Física como algo más que una simple práctica, afirmando que

“Cuando al estudiante se le dan todas las respuestas, difícilmente dudará de ellas ó de las ideas que las sustentan, pues da por hecho que las ideas son correctas, pero aunque es verdad que lo son, el caso es que se da por hecho que no hay nada más que pensar sobre el asunto, aunque algunas de ellas no le resulten totalmente claras y coherentes”.

Además se muestra cómo éste mensaje es posible aplicarlo a los docentes de tal forma que se den la confianza para expresar lo que se piensa sobre la práctica, sin temor a equivocarse, pues si llegará a errar, la corrección también formaría parte de la enseñanza a los estudiantes.

Por tanto, los docentes, además de tener una buena preparación académica, lo cual según Vilchez, A. Gil-Perez, D. (2007) [7] quiere decir, conocer muy bien los contenidos de la materia que imparten, la historia y las causas de los fundamentos, también deben incluir en su labor educativa estrategias y métodos que guíen al estudiante a pensar, criticar y preguntar sobre la práctica experimental de tal forma que resulte más significativa y llamativa para que se construya pensamiento científico.

Esta es la razón por la cual, la mesa de cojín neumático se vuelve una herramienta que permite a los estudiantes y a los docentes indagar sobre un fenómeno físico; en la mesa se pueden abordar varios modelos que describen el comportamiento de un sistema, como por ejemplo un gas, a partir de éste modelo teórico o modelo conceptual en términos de Moreira, podemos investigar y preguntarnos que alcance tiene este modelo sometiendo el sistema a varios procesos físicos como compresión, alteración del equilibrio, comportamiento del sistema fuera del equilibrio, entre otros, y nos daremos cuenta que entre mayor sea la manipulación y la observación del sistema estudiado se generarán más preguntas sobre el mismo, por lo cual se estará contribuyendo a la formación de su pensamiento científico.

Elaboración del Cojín Neumático

La mesa de cojín de aire consiste en un cubo de acrílico de 30x30x6cm, con recuadro de madera para proporcionarle durabilidad al montaje, con el fin de nivelar la superficie se utilizaron tornillos en su base y el aire fue proporcionado con un compresor de aire. A continuación se describe el proceso de elaboración.

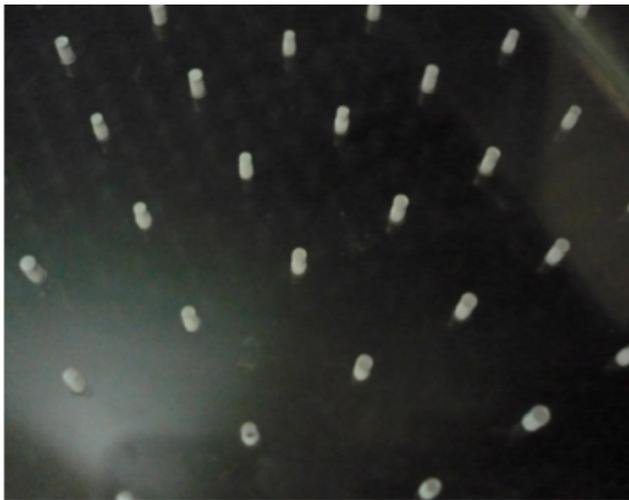
Materiales:

1. 2 láminas de acrílico transparente de espesor 30x30cm y con 4cm de espesor.
2. 4 láminas de acrílico con medidas de 30x4cm con 5cm de espesor
3. Dos marcos de madera marfil de tal forma que cubran la parte superior e inferior de la cámara de acrílico, preferiblemente pintados y de medidas internas de 30x30cm con cualquier espesor.
4. 12 imanes de ferrita con 1,2 cm de diámetro y 4 mm de altura

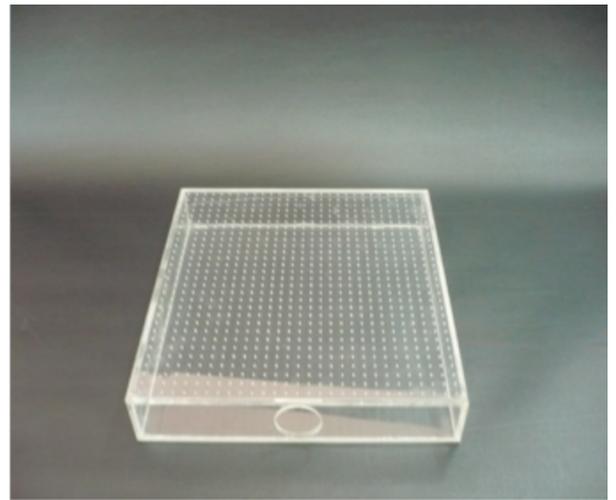
5. Mínimo 25 imanes cilíndricos de ferrita con 1cm de diámetro y 2 mm de altura.
6. Mínimo 25 discos de poli-estireno de 2 cm de diámetro calibre 5.
7. Empaque de caucho de 4 cm de diámetro
8. Cloruro de Metilo
9. 4 tuercas tipo uña $\frac{3}{4}$.
10. 4 tornillos punta roma $\frac{3}{4}$
11. 4 empaques de caucho pequeños a la medida interna de la cabeza del tornillo que se consiga.
12. 1 nivel de agua de cualquier medida.
13. Brocas de 1mm de diámetro
14. Fuente ó bomba de aire.
15. Barra de madera de 30x2cm.

Producción del cojín neumático:

La mesa de cojín neumático es un montaje original de la PHYWE, nosotros la construimos con unas pequeñas variaciones. Inicialmente se construyó la cámara de aire, la superficie consiste de 841 agujeros de 1mm de diámetro separados 1 cm entre ellos, como muestra la Figura 1, éstos se realizaron en el taller de instrumentación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con una fresadora universal. La cámara de aire se selló con cloruro de metilo usando una jeringa.



a.



b.

Figura 1. **a.** Agujeros de la cámara de aire, cada uno con 1 mm de diámetro separados 1cm entre ellos. **b.** Cámara de aire en acrílico con un agujero en la pared frontal de 4cm de diámetro, en esta parte va el empaque de caucho para que la manguera de aire resulte fija.

En la cámara de aire se realizó un agujero como se observa en la Figura 1b, por el cual se introduce la manguera de aire proveniente de la bomba, se le añadió el empaque de caucho al agujero de 4cm para que la manguera de la bomba quede fija.

Para proteger la cámara de aire se colocó el marco de madera marfil, el cual además contiene imanes adheridos a los bordes con el fin de repeler las fichas en movimiento sobre la superficie,

adicionalmente posee los niveladores por medio de tuercas tipo uña y tornillos instaladas en la base del cojín neumático, como se observa en las figuras 2 a y b



a.
Figura 2. a. Tuerca tipo uña que sirven como niveladores de la mesa de cojín neumático. **b.** Marco de Madera marfil.

Las fichas consisten de un imán unido a la base circular de poliestireno con 2 cm de diámetro, se elaboraron fichas con diferentes tamaños de imanes para poder manipular la simulación bajo diferentes condiciones, como se ilustra en la Figura 3. Además se construyó una barra de madera de 28cm con imanes, la cual permite simular el movimiento de una de las paredes de la cámara a fin de variar el área que contiene un determinado número de fichas y así simular diferentes procesos.



a.
Figura 3. a. Fichas imanadas de la mesa de cojín neumático. **b.** Mesa de cojín neumático sobre un retroproyector para observar las simulaciones.

Utilizando un retro proyector es posible proyectar las simulaciones observadas en la mesa de cojín, como se muestra en la figura 3b.

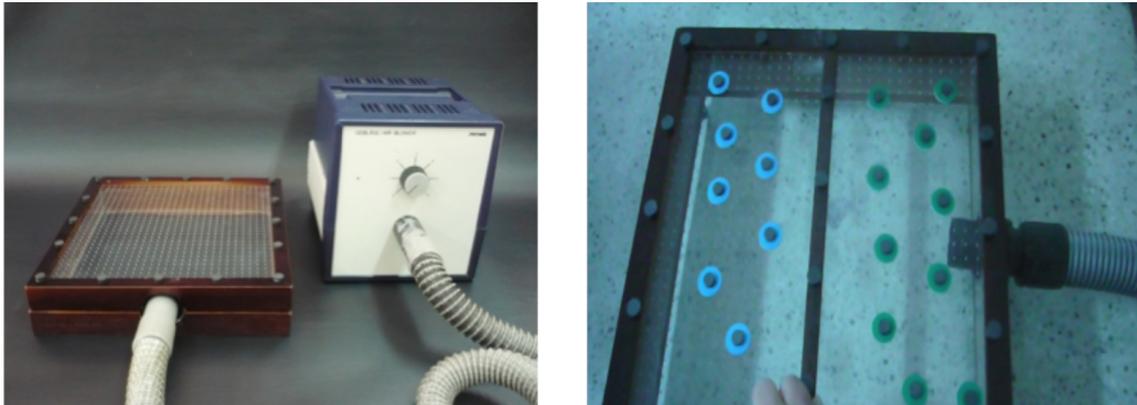


Figura 4. a. Mesa de Cojín neumático terminada con la bomba de aire. b. Mesa de cojín neumático en funcionamiento.

El cojín neumático en la enseñanza de la Física.

Este montaje permite principalmente el análisis de fenómenos físicos por medio de analogías, al propiciar la formación de imágenes y simulaciones mentales para que el estudiante pueda reelaborar sus explicaciones hasta conseguir un modelo explicativo coherente para sí mismo. Por ejemplo, es posible observar choques elásticos entre varias fichas las cuales se pueden considerar como cuerpos puntuales, así como diseñar experimentos sobre conservación de la energía y momento. Además, las fichas pueden tomar el papel de cargas eléctricas y sobre la mesa simular el movimiento, por ejemplo, de los electrones en un conductor, dieléctrico ó en una red cristalina, y varios fenómenos de electricidad y magnetismo, en donde, para cualquiera de los casos es importante tener en cuenta las características del grupo de fichas, las cuales: presentan interacción bipolar magnética, se mueven sin fricción sobre la mesa de cojín neumático y tienen tamaño y masa.

Práctica 1: Aproximación al concepto de Presión.

La mesa de cojín neumático permite observar y construir el concepto de presión manipulando el sistema de fichas que se mueven sin fricción, al variar la cantidad de fichas para una misma área, o variar el tamaño de las fichas. Por medio de las siguientes observaciones se puede complementar éste conocimiento:

1. Simule sobre la mesa un gas de partículas de masa m y otro gas de partículas de masa

- 2m; al cambiar la masa de las partículas ¿cómo cambia la velocidad de las partículas?, ¿cambia la presión ejercida por el sistema?, ¿la velocidad promedio de las fichas es la misma en todo instante de tiempo?, ¿es posible obtener un concepto de presión si la velocidad varía?, ¿qué condición se debe imponer al sistema para que se registre un valor único de presión?.
2. Compare varias simulaciones en las cuales cambie el número de partículas dentro de una misma área y de acuerdo a lo observado reflexione sobre; ¿Cómo depende la presión con el número de partículas?, ¿Si el número de fichas es tan grande que entre ellas no existe el espacio suficiente para moverse, qué pasa con el concepto de presión ?.
 3. Según lo observado, explique cómo es la energía de interacción entre las fichas con respecto a la distancia de separación entre ellas. Si la forma de la energía de interacción cambia, cómo cambiaría la presión del sistema.
 4. Por último, realice un cuadro comparativo con los aspectos más relevantes de la presión del gas simulado con un gas ideal. Recuerde que el gas simulado es un gas compuesto de partículas con un tamaño y masa apreciable, y con una interacción dipolar entre ellas, mientras el gas ideal es un gas al cual no se le considera el tamaño de las partículas y no existe una interacción entre las partículas.

Práctica 2: Aproximación al estudio sobre el Cambio de Volumen con el Cambio de la Presión.

Partiendo del presupuesto de que el cojín de aire representa un corte transversal del volumen de un recipiente cubico, se puede simular el proceso en el que un gas es sometido a la variación del volumen para observar el cambio en la presión.

1. Sobre la mesa de cojín neumático vamos a colocar cierto número de fichas y vamos a disminuir el espacio en el cual se mueven (disminuir el volumen del gas) por medio de una barra con imanes que se puede deslizar sobre la mesa, para entonces describir la diferencia que observa en mover la barra lenta o rápidamente, en ambos casos, ¿que pasa con la presión?
2. Suponiendo que el movimiento de la barra imanada es muy lento en el momento de disminuir el área que contiene a las partículas (volumen), ¿en que se diferencia la presión cuando cambia el número de partículas o cambia la masa de las mismas?

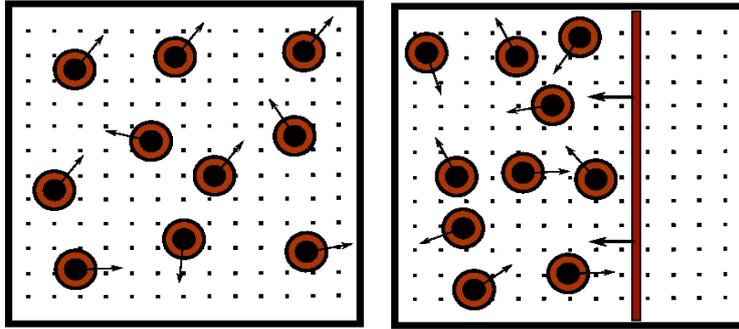


Figura 5. Simulación del cambio en el volumen con respecto al cambio en la presión.

3. Asumiendo que la temperatura tiene que ver con la energía cinética de las fichas, ¿Cómo se debe variar el volumen para disminuir la temperatura de las partículas?
4. ¿Qué simulación sobre la mesa demostraría que la temperatura de un gas aumenta al aumentar el volumen que lo contiene?
5. Si el volumen de un gas aumenta obedeciendo la relación $P=k/V^2$, con P la presión, k una constante y V el volumen ¿el gas se enfría o se calienta?

Práctica 3. Estudio sobre el Proceso de Mezcla

Simule sobre la mesa de aire el proceso de mezcla de dos gases iguales, con igual número de partículas las cuales ocupan un mismo volumen (área sobre la mesa), observe y responda:

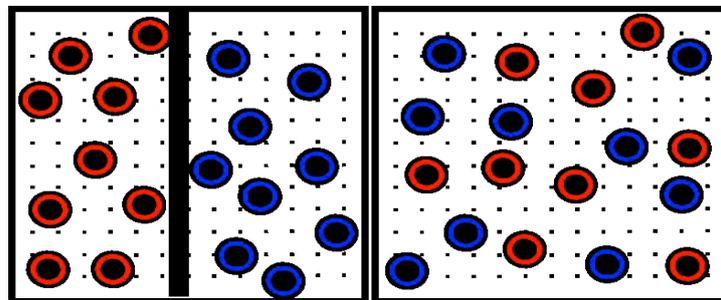


Figura 6. Simulación de un proceso de mezcla entre dos gases.

1. ¿Qué sucede con la energía cinética de las fichas en el proceso de mezcla?, el anterior resultado cambia si las fichas inicialmente están fuera del equilibrio ó si las fichas se encuentran en equilibrio antes del proceso de mezcla.
2. Al final del proceso de mezcla y luego de esperar el tiempo suficiente para que el sistema

llegue al equilibrio, ¿en qué se diferencia la presión final de las presiones iniciales del sistema?

3. ¿En qué se diferencia el proceso de mezcla si las partículas de los gases se diferencian en su masa, o en el número de las mismas?
4. Por medio de la simulación, encuentre las condiciones para que el proceso de mezcla no se lleve a cabo.

Conclusiones

La mesa de cojín neumático muestra un buen desempeño y cumple los objetivos de ser una herramienta didáctica apropiada para el aprendizaje y la promoción de pensamiento científico, es una herramienta llamativa e interesante para cualquier estudiante que quiera comparar y hacer analogías de sistemas físicos y es algo novedoso y útil para docentes que quieran mejorar su metodología y que sus enseñanzas sean más significativas y duraderas.

El fundamento teórico presentado en este artículo aplica también para estudios teóricos, como la realización de problemas o el estudio de los conceptos y no solamente a la parte experimental, ya que cualquiera de estos ejercicios puede ser sometido al cuestionamiento y a la crítica para crear nuevos modelos mentales.

Las preguntas y el uso de la mesa de cojín neumático incentivan la creatividad del estudiante lo cual es importante porque refuerza la habilidad de lanzar hipótesis y posibles soluciones a cualquier problema o situación experimental y teórica que se presenta en cualquier proceso de análisis.

El tipo de preguntas que se proponen contienen conceptos básicos como el equilibrio, la concentración, la velocidad etc. Esto es importante en el proceso de aprendizaje debido a que se profundizan e interiorizan definiciones relevantes.

Son bastantes las analogías que se pueden diseñar sobre la mesa de cojín neumático, desde la mecánica clásica, teoría cinético molecular, termodinámica, electromagnetismo y estado sólido, lo cual es una gran ayuda para la enseñanza y el aprendizaje de la Física.

Referencias

CASTIBLANCO, O; VIZCAÍNO, D. La Experiencia del Laboratorio en la Enseñanza de la Física. **Revista Educación en Ingeniería. ACOFI**, No. 5. pp. 68-74, , Bogotá, Colombia. 2008

CRISTANCHO, F; FAJARDO F. **Física Experimental II**, Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos, Bogotá, Colombia. 2003.

CRUZ,G; CASTIBLANCO,O; JIMÉNEZ,C. **Construcción de un Cojín Neumático para Simular el Movimiento Aleatorio de Partículas**. Monografía (Licenciatura en Física)-. Facultad de Ciencias y Educación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. 2010.

GIL, D. Tiene Sentido seguir Discutiendo entre Aprendizaje de Conceptos, Resolución de Problemas de Lápiz y Papel y Realización de Prácticas de Laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, v. 17, n . 2, p. 311-320. 1999.

MOREIRA; GRECA. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales y Modelización **Caderno Cataneirense de Ensino de Física**. v. 15, n. 2: p. 107-120, ago. 1998.

PHYWE, Electronic Literature. **Laboratory Experiments Physics**. Experimento LEP 3.7.02. 2011.

REIF F. **Física Estadística**, Berkeley physics course.. Editorial Reverté S.A. 1986. España. v. 5.

VILCHEZ, A; GIL-PEREZ, D. **La Necesaria Renovación del Profesorado para una Educación Científica de Calidad**. Tecné, Episteme y Didacxis. Universidad de Valencia. No. 22, Pág 67-85.