ENCUENTRO-TALLER PARA DOCENTES UNIVERSITARIOS: LABORATORIO EVALUATIVO DE COMPETENCIAS Y CONCEPTOS

Nieves N. Baade [1], Lía M. Zerbino [2], Fabiana Prodanoff[3], Diego Alustiza [4], Guillermo Centorbi [5]

Abstract *— One of our research concerns the implementation, in university courses, of different teaching strategies designed to generate skills by incorporating multimedia materials, laboratories using NICT's, and integrating the areas of theory, practice and laboratories. The transfer of these innovations into regular classes requires that all teachers can appropriate tools and assess their potential to include it in their own classroom designs. For this reason we organized meetings on the basis of the results of pilot experiences. We describe the characteristics of one supported by a laboratory assessments of competencies linked to experimentation in all its phases and meaningful learning of concepts of mechanics. In this workshop we incorporate, as a new device, an electronic whiteboard, which creates an atmosphere of interactivity between participants, powering the class and facilitating joint discussion of the results obtained by each group.*

Palabras Clave — Clase experimental evaluativa, estrategias metodológicas, NTIC´s, taller para docentes.

INTRODUCCIÓN

El desafío de enseñar conlleva realizar experiencias innovadoras que permitan mejorar el proceso de enseñanza. En los últimos años nuestro grupo ha realizado varias pruebas piloto en esta dirección [1]-[4]. Estas experiencias involucran, entre otras, la integración de clases teórico prácticas, laboratorios reales (presenciales y on-line) y virtuales y la consecuente adecuación de las estrategias didácticas de manera que mejor favorezcan:

- La participación activa de los alumnos en el trabajo áulico.
- La puesta en común de las predicciones individuales y los resultados experimentales.
- Las discusiones grupales que generen la sinopsis correspondiente.

Los alentadores resultados obtenidos en los grupos de alumnos que participaron en ellas, justificaron que comencemos a sentar las bases para su generalización a la totalidad de los cursos de Física que se dictan en nuestra Regional.

Como natural primera instancia, en el intento de hacer conocer y poner a disposición de los docentes del área los nuevos elementos y estrategias didácticas utilizados en las experiencias piloto realizadas hemos organizado para ellos encuentros–taller. Su objetivo fundamental es lograr que los docentes vivencien un camino de aprendizaje diferente a aquél con el que probablemente aprendieron, utilizando la misma metodología que les proponemos que adopten para sus alumnos [5]-[6].

Los encuentros–taller están destinados a todos los docentes de las Cátedras de Física de la Facultad Regional La Plata de la Universidad Tecnológica Nacional. La mayor parte de ellos sólo está familiarizada con los laboratorios tradicionales, y aún no ha realizado con sus alumnos clases teórico-prácticas-experimentales utilizando dispositivos de adquisición de datos con sensores o a partir de videos, ya que recientemente hemos recibido el instrumental que incluye las nuevas tecnologías. Además es importante comentar que, en general, los docentes de nuestra Facultad desempeñan en ella cargos de dedicación simple y que ejercen tareas profesionales extra-universitarias. El desconocimiento tanto de las estrategias didácticas como del instrumental a utilizar generalmente provoca en los docentes inseguridades que le impiden llevarlas al aula, por lo que trabajar experimentando estas innovaciones, intercambiando ideas y comentando experiencias previas con los pares resulta altamente positivo para sortear esa dificultad.

Por todo lo expuesto, durante los encuentros-taller se pretende que los docentes internalicen las innovaciones metodológicas y ejerciten el manejo de los elementos de software y tratamiento de datos específicos utilizados para que descubran sus ventajas y en el futuro se sientan interesados en trabajar con ellos y cómodos al usarlos.

En particular describimos las diferentes instancias de un encuentro-taller donde se incorpora como nuevo dispositivo una pizarra electrónica, que genera un ambiente de interactividad entre los participantes, dinamizando la clase y facilitando la discusión conjunta de los resultados obtenidos por cada grupo.

Se eligió como marco conceptual de este taller una experiencia piloto de clase experimental evaluativa del aprendizaje significativo de diferentes conceptos de mecánica realizada previamente con un grupo de alumnos de primer año [7].

1 Nieves N. Baade, IEC-Ciencias Básicas. FRLP-UTN. Av.60 esq. 124 s/n, La Plata, BA, Argentina, nbaade@frlp.utn.edu.ar
2 Lía M. Zerbino, IEC-Ciencias Básicas. FRLP-UTN. Av.60 esq. 124 s/n, FI-UNLP. Calle 1 y 47. La Plata, BA, Argentina, lzerbino@ing.unlp.edu.ar
3 Fabiana Prodanoff, IEC-Ciencias Básicas. FRLP-UTN. Av.60 esq. 124 s/n, FI-UNLP. Calle 1 y 47. La Plata, BA, Argentina,fabianaprodanoff@gmail.com
4 Diego Alustiza, IEC-Ciencias Básicas. FRLP-UTN. Av.60 esq. 124 s/n, La Plata, BA, Argentina, nbaade@frlp.utn.edu.ar
5 Guillermo Centorbi, IEC-Ciencias Básicas. FRLP-UTN. Av.60 esq. 124 s/n, La Plata, BA, Argentina, gmcentorbi@hotmail.com

CARACTERÍSTICAS DEL ENCUENTRO-TALLER

Título

Nuevas Estrategias, Metodologías y Materiales didácticos: Presentación de una clase experimental evaluativa del aprendizaje significativo

Conceptos físicos involucrados

Cinemática y dinámica circular, Rodadura sin deslizamiento, Fuerza de roce estático. Sistemas de partículas. Cuerpo Rígido. Momento cinético y su conservación.

Objetivos generales

- Reflexionar sobre el cambio del rol docente en el proceso de enseñanza aprendizaje, propiciando una educación centrada en el alumno, reconociendo al mismo como el hacedor de su aprendizaje e identificando al docente como guía.
- Presentar parte del material didáctico que incluye la utilización de las NTIC´s.
- Proponer la consecuente adecuación de las estrategias de evaluación correspondientes a la implementación de las nuevas metodologías [8].

Objetivos específicos

- Mostrar un ejemplo de aplicación de una clase teórico-práctico-experimental utilizando el nuevo material didáctico disponible.
- Utilizar los sistemas de registro de información, de adquisición de datos con sensores, de procesamiento de datos, de presentación de información.
- Discutir mecanismos de evaluación de aprendizaje y adquisición de competencias correspondientes.

Metodología de aprendizaje propuesta

Supone que los docentes tengan presentes, al momento de diseñar la clase, y en todo momento durante la misma, las ideas previas de los estudiantes, muchas de ellas conocidas a través de nuestra experiencia en el aula y por las investigaciones realizadas.

En cada etapa de la clase, en general, se intenta seguir la siguiente secuencia:

I. Presentar preguntas disparadoras (oralmente o por medio de tutoriales) para promover la generación de predicciones fundadas donde se pongan de manifiesto los saberes y preconcepciones sobre el tema.
II. Incentivar el diseño y realización de situaciones empíricas en grupos reducidos que permitan ejercitar las competencias ligadas a la experimentación y confrontar sus resultados con las predicciones realizadas.
III. Generar y coordinar espacios de discusión entre diferentes grupos, sobre los resultados experimentales, sus límites de validez y sus interpretaciones en el marco de las leyes de la física.
IV. Hacer una Sinopsis que integre los nuevos conocimientos en el conjunto previo de saberes.
V. Guiar y evaluar la elaboración de informes grupales que se incluyan en el portafolio del curso, generando las competencias asociadas a la comunicación oral y escrita [9]-[10].

Elementos NTIC´s utilizados

- Cámaras digitales que graban cortos videos, con trípodes que permitan fijar una adecuada perspectiva.
- Sensores de fuerzas (± 1 N), del equipo Cassy-Lab [11], con sus correspondientes interfases conectadas a computadoras con software de registro. Para medir se debe realizar una calibración previa a través del software, el cual despliega una ventana amigable que va guiando los pasos a seguir. Ver Figura 1.

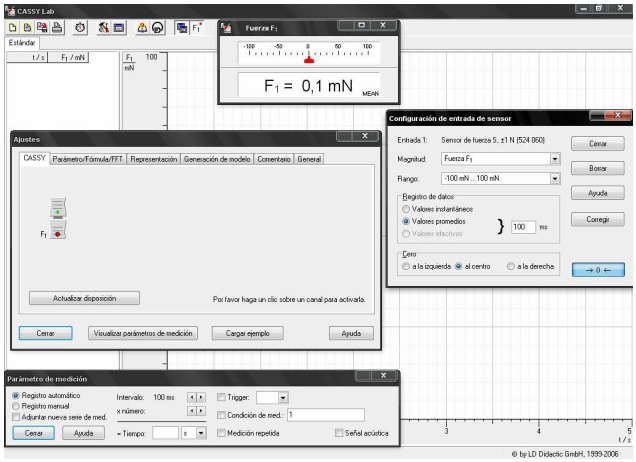

FIGURA. 1
VENTANA DE CALIBRACIÓN Y AJUSTE.

- Programa Vernier Logger Pro3 [12], para la adquisición de datos a partir del análisis de video. Los videos capturados por cada grupo se guardan en formato AVI, MOV o MPEG y luego se procesan mediante el software. Este permite marcar y medir, respecto de un sistema de coordenadas cartesianas orientable y graduable, las coordenadas x,y de uno o varios puntos de interés en los cuadros tomados a diferentes tiempos t en un video. A medida que se los señala sobre el cuadro del video, el programa almacena sus valores en una tabla y va construyendo gráficos 2D que pueden organizarse de diferentes maneras. También permite, mediante un algoritmo y a partir de esos datos, tabular y graficar las componentes de las respectivas velocidades. Para análisis más complejos, los datos x,y,t de cada serie de puntos medidos pueden exportarse para su

tratamiento en cualquier otro programa de análisis de datos. (En nuestro caso Excel).

- Pizarra Smart Borrad [13], con su cable de conexión USB a una PC, que tiene instalado el software correspondiente y el cañón de proyección. Con esta disposición la Pizarra es una pantalla táctil, en la que el cañón proyecta una imagen del monitor, y que, a través del software específico permite manejar la PC mediante un conjunto de herramientas. Todos los programas y dispositivos multimediales que están incorporados a la computadora pueden ser ejecutados desde la pantalla, incluidas las conexiones a páginas Web. A su vez, se puede utilizar como un pizarrón clásico, escribiendo, dibujando, o incorporando información nueva que puede adicionarse al material preparado para la presentación. Incluye también distintos instrumentos para destacar, seleccionar, ampliar, ocultar y grabar diferentes regiones de la pantalla. De esta manera todas las potencialidades de una PC están al alcance de la mano del docente, quien no necesita dejar la escena para disponer de ellas.

Situaciones Problemáticas

La secuencia de las situaciones planteadas y desarrolladas tanto en la experiencia piloto con los alumnos como en el Taller para docentes ha sido la que se muestra a continuación, preguntando, para cada caso, sobre el tipo de movimiento, las fuerzas actuantes y las posibles conservaciones de las magnitudes intervinientes en la descripción explicativa.

- Situación 1: Suponer que un autito de juguete a pila se coloca en el piso, se enciende y se lo libera.
- Situación 2. Primera parte. Suponer que se ata el autito a un pivote, mediante un hilo que originalmente no está tenso, se enciende el motor del juguete y se lo libera.
- Situación 2. Segunda parte. A propuesta de algunos participantes se modifica el montaje incluyendo al sensor de fuerzas, colocándolo sobre una plataforma giratoria para que se oriente en la dirección del hilo. Se conecta el autito al sensor de fuerzas de manera que el hilo originalmente no esté tenso, se enciende el motor y se lo libera.
- Situación 3: A resultas de la discusión se propone modificar el montaje, quitando la plataforma y conectando el sensor de fuerzas de manera que no gire, pero que mida la tensión del hilo que provoca el movimiento circular del autito.

DESARROLLO DEL ENCUENTRO-TALLER

Como base para la organización del encuentro se utilizó un material prediseñado en Presentación Power Point, y un Guión para uso de los docentes del Taller, en el que se pautaron las distintas instancias de aprovechamiento de la pizarra interactiva. En ese guión se destacan, para cada diapositiva prediseñada (que parecería algo preestablecido y rígido), las oportunidades y posibilidades de interacción que brinda la pizarra para insertar texto, imágenes almacenadas y videos, realizarle marcas o anotaciones a filmaciones grabadas por los grupos, atendiendo a la flexibilidad acorde a las circunstancias que impone el ritmo del taller.

Los docentes trabajaron en grupos de hasta cuatro, como si fueran los alumnos de la clase piloto, respondiendo a las predicciones, a veces según su saber, a veces según las respuestas que pensaban darían sus alumnos.

Para cada situación analizada, mediante las herramientas de escritura y registro de la pizarra, se hizo paulatinamente la puesta en común del material producido por los grupos (predicciones, videos y resultados experimentales, comentarios y conclusiones), y se incorporó a las páginas de la Presentación Power Point original del Taller, para su distribución entre los participantes.

También se aprovecharon las diferentes posibilidades de la pizarra interactiva para mostrar a todos los grupos los detalles del uso de los programas de adquisición y tratamiento de datos de video y con sensores, antes de que cada uno los aplicara en sus registros individuales. Se discutió y se hicieron comentarios respecto a las incertezas que cada método conlleva.

A modo de ejemplo, por razones de espacio, en este trabajo sólo describiremos con algún detalle el desarrollo de la Situación 2. Segunda parte. Como se aclara en el enunciado, esta situación surgió de la discusión y comentarios correspondientes a la Primera parte, en la que se formularon dudas sobre la dirección y sentido de la fuerza responsable del movimiento circular. En esa instancia se realizó en conjunto una prueba cualitativa (quemando el hilo), lo que permitió verificar que la dirección de la fuerza era radial, persistiendo en algunos dudas sobre su sentido. Es por ello que, intentando incluir al sensor de fuerzas en la experiencia, eligieron montarlo en una plataforma giratoria, diseñando así (sin proponérselo) una nueva situación, cuyo tratamiento resultó particularmente interesante y enriquecedor.

En lo que sigue presentamos la parte del Guión correspondiente, algunos de los resultados obtenidos y un resumen de los comentarios que surgieron.

Diapositivas y actividades Situación 2 Segunda Parte

Nº 1. Planteo de la situación

- Se genera sobre la marcha con la herramienta de escritura (teclado) de la pizarra.

Nº 2. Preguntas disparadoras.

- Se escriben con la herramienta teclado.

Nº 3. Predicciones.

- Cada grupo discute y redacta sus predicciones.
- Con ayuda de las “tizas” o “fibras” de la pizarra se ponen en común las predicciones de cada grupo. Ver Figura 2.

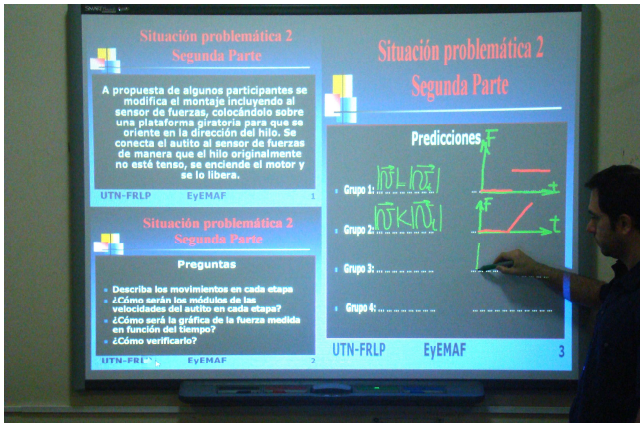

FIGURA. 2
PREDICCIONES Y PUESTA EN COMÚN

- Completadas las predicciones se usa la propiedad de la pizarra que captura la imagen para generar una diapositiva que es agregada a la presentación.

Nº 4. Experimentación 1.

- Cada grupo realiza la experiencia filmando el video, registrando los datos del sensor y guardando todos los archivos en su computadora, en una carpeta compartida con la PC de la pizarra.
- Con el analizador de video cada grupo realiza el procesamiento de la filmación registrando para distintos tiempos las coordenadas de posición del autito, con respecto a un sistema de ejes coordenados con centro en el eje de rotación de la plataforma de manera de caracterizar los diferentes movimientos del autito. Ver Figura 3.

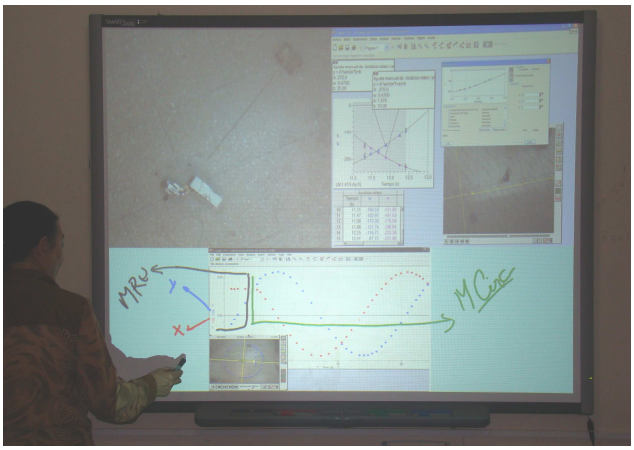

FIGURA. 3
ANALISIS DEL MOVIMIENTO CIRCULAR

- Exportando los datos a Excel cada grupo calcula los módulos de velocidad del autito antes y después de que el hilo se tense, compara los resultados con sus predicciones y trata de encontrar los fundamentos físicos que justifiquen los resultados.
- A medida que cada grupo completa la secuencia, el docente comienza la puesta en común de los gráficos y resultados obtenidos por cada grupo mediante la proyección de los mismos en la pizarra electrónica. En ese momento se destaca y llama la atención a varios el hecho de que el |v| del autito cambia al realizar el movimiento circular, lo que contrasta con varias de las predicciones y con la experiencia anterior. Ver figura 4.

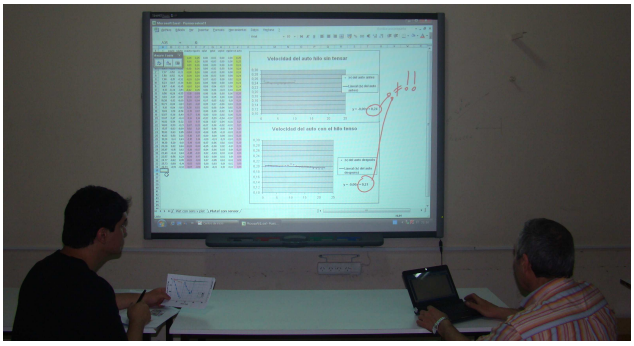

FIGURA. 4
CONFRONTE DE VELOCIDADES

Nº 5. Experimentación 2

- Se comparan los gráficos obtenidos con el sensor de fuerzas, verificando que la fuerza es centrípeta, y que existe un transitorio (tirón) en el intervalo en que se establece la rotación uniforme de la plataforma. Ver Figura 5.

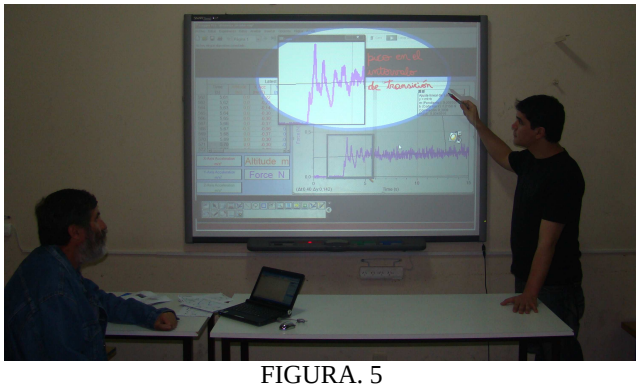

FIGURA. 5
F. CENTRIPETA Y PICO EN EL INTERVALO DE TRANSICIÓN

- Frente a la variación del |v| del autito entre los movimientos rectilíneo y circular, y la consecuente deducción de la no conservación del momento cinético del mismo, a partir de la discusión entre los grupos, surge la necesidad de preguntarse por el movimiento de la plataforma, y considerar el sistema auto-plataforma.

Nº 6. Experimentación 3.

- Utilizando el mismo archivo del Logger Pro, se repiten las secuencias II y III agregando las coordenadas de posición de un punto exterior de la plataforma, con respecto a los mismos ejes coordenados, caracterizando

así el movimiento de la plataforma, calculando el módulo de su velocidad tangencial, el radio y de allí calcular la velocidad angular de la misma. Ver Figura 6.

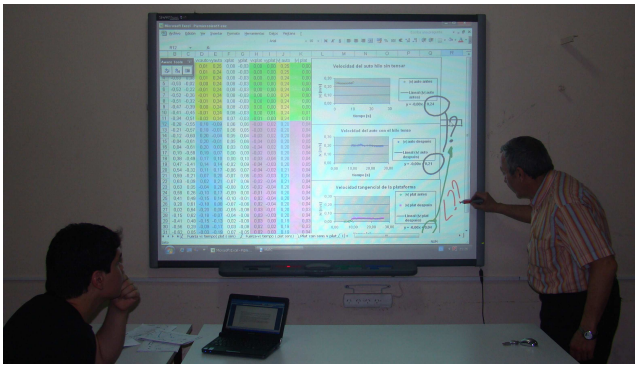

FIGURA. 6
VELOCIDADES DEL AUTITO Y PLATAFORMA

- Una nueva puesta en común de los gráficos y resultados obtenidos por los distintos grupos en la pizarra electrónica los lleva a comprobar que, considerando al sistema auto-plataforma, el momento cinético inicial (sólo del auto) se convierte en la suma de los momentos cinéticos del auto y de la plataforma, una vez que el hilo se tensa y ambos comienzan a rotar con movimiento uniforme.

Nº 7. Sinopsis.

- Necesidad de una fuerza resultante con componente radial centrípeta para cualquier movimiento curvo.
- Condiciones para la conservación del momento cinético (partícula, sistemas de partículas, rígidos, sistemas mixtos)
- Condiciones para iniciar un movimiento de rotación.
- Momento de inercia de la plataforma (incluyendo al sensor).

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Algunos docentes se mostraron interesados en verificar cómo, dejando libertad a los alumnos para modificar el montaje, ellos mismos cayeron en una propuesta que los sacaba de una solución en base al modelo de partícula obligándolos a analizar los resultados en base al modelo partícula-plataforma. Destacaron la importancia de trabajar además de situaciones abiertas de lápiz y papel, laboratorios abiertos, suplantando los tradicionales estructurados. Otros hicieron notar que la posibilidad de que el alumno diseñe su propio montaje es interesante en el caso de una clase integradora, pero menos viable en clases iniciales, si el alumno aún no puede formular predicciones sobre experimentos reales que requieran un modelado complejo.

Los autores informamos que los alumnos del curso piloto mostraron, en general, más habilidades y competencias experimentales que el logro de un aprendizaje significativo en dinámica circular y rotaciones. Varios asistentes opinaron que seguramente esta clase integradora, permite enfrentar a los alumnos con un contexto diferente, y puede servir para que revisen y ajusten su conceptualización, poniéndolos alertas para no dar automáticamente por supuestas las condiciones de validez de las leyes o principios que pretenden aplicar. Casi todos los docentes participantes del taller se comprometieron a organizar para el próximo ciclo lectivo una clase teórico-práctica-experimental en base a estas estrategias. Nuestro grupo de investigación, a su vez, les ofreció colaboración, apoyo y asesoramiento para su implementación.

REFERENCIAS

[1] Baade, N.N., Prodanoff, F., Del Zotto, R., "Intentando generar competencias a través de una clase teórico experimental". *Actas V CAEDI. UNCuyo. Mendoza.* 2006. Tomo I, 49-55.

[2] Zerbino, L.M., Baade, N.N., Stei, J., Del Zotto, R., *et all*, "Integración de laboratorios in-situ con laboratorios a distancia en cursos de física general en la UTN-FRLP". Formando al Ingeniero del siglo XXI. *Actas VI CAEDI.* Salta 2008. http://www.ucasal.net/..

[3] Zerbino, L.M., Baade, N.N., Del Zotto, R., Stei, J., "Implementación de laboratorios a distancia en cursos tradicionales y semi-integrados". *Actas XXI SOCHEDI.* Santiago de Chile. 2007.

[4] Baade, N.N., Prodanoff, F., Stei, J., Alustiza, D. "Integración metodológica en búsqueda de un acercamiento al pensamiento científico en alumnos de Ingeniería". Formando al Ingeniero del siglo XXI. *Actas VI CAEDI.* Salta 2008. http://www.ucasal.net/..

[5] Baade, N. N. Lavagna, M.E.; Nuñez, R, "Concepciones y realidades docentes en relación a la implementación de las NNTT en la Enseñanza de las Ciencias" *Memorias del Simposio de Investigación en Educación en Física SIEF 9 CD. Rosario* 2008. http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/sief9/

[6] Villani, A., Franzoni, M. "A competência dialogica e a formaçaa de um grupo docente". *Invenstigaço em Ensino de Ciências.* Porto Alegre, 5(3) p.186 -203. 2000.

[7] Zerbino, L.M., Baade, N.N., Devece, E., Attilio, G., Del Zotto, R. "Evaluación de conceptos de Mecánica en el laboratorio". *Memorias XVII REF. Reunión Nacional de Educación en Física.* CD San Juan 2009. http://www.ref2009.unsj.edu.ar/ref2009.php.

[8] Villardón Gallego, L. "Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias". *Educatio siglo XXI,* 24 pp. 57 – 76. 2006

[9] Pozo Llorente, M.T., García Lupión, B. "El portafolios del alumnado: una investigación-acción en el aula universitaria" *Revista de Educación,* 341. 2006, pp. 737-756

[10] De Miguel Díaz, M. "Metodologías de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el espacio europeo de educación superior". *Alianza Editorial. Madrid.* (Dir) (2006)

[11] Cassy Lab. LD Didactic AG & Co. *http://www.leybold-didactic.de/data_e/software/index.html?cassy-s.html*

[12] Logger Pro3. *http://www.vernier.com/soft/lpfeatures.html*

[13] Smart Borrad. *http://smarttech.com/*