

Materiales educativos en formato digital para la enseñanza de Física I: perspectiva de alumnos y docentes

Digital educational materials for teaching Physics I: perspective of students and teachers

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Cecilia Culzoni, Adriana Lescano, Javier Fornari, Laura Buffa, Fidel Sosa, Yamila Adrover

Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional, Acuña 59, CP 2300, Rafaela, Santa Fe, Argentina.

E-mail: ceciliaculzoni@gmail.com

Resumen

El presente artículo da cuenta de una investigación desarrollada en la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional, cuyo objetivo es conocer qué tipo de materiales educativos en formato digital se utilizan en la cátedra de Física I para carreras de Ingeniería, con qué objetivos pedagógicos y cuáles son las dificultades y beneficios que estos materiales han aportado al proceso de aprendizaje. Se compara la opinión de docentes y alumnos para posibilitar la mejora y/o renovación de dichos materiales didácticos. La investigación se realizó con los alumnos que cursaron la materia durante el año 2015 mediante un cuestionario basado en los aportes de Elena Barberá en relación con la calidad de la enseñanza basada en TIC y adaptados a las necesidades locales. El estudio estadístico realizado y la comparación entre las diferentes miradas de docentes y alumnos muestran que la cátedra utiliza diversos materiales didácticos en formato digital de los cuales algunos de ellos han cumplido con los objetivos planteados y otros necesitan ser revisados para lograrlos.

Palabras clave: Materiales didácticos digitales; Física; Videos; Ingeniería.

Abstract

This article shows a research project developed at Rafaela's Regional Faculty of the National Technological University, whose goal is to recognize what kind of educational materials in digital format are used in first level physics course for engineering careers, what are the pedagogical objectives and what are the difficulties and benefits that these materials have contributed to the learning process. The students and teachers' view are compared to facilitate the educational materials improvement and renovation. The research has been done with 2015-coursed's students through a survey based on the Elena Barberá's contributions related to the teaching quality based on ICT and adapted to local needs. The statistical study and the comparison between different views from teachers and students show that the class uses different kind of educational materials in digital format which they have accomplished the proposed objectives and where others need to be reviewed.

Keywords: Digital format materials for education; Physics; Videos, Engineering.

I. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías de la información y la comunicación se han ido incorporado lentamente y en diversas modalidades a la enseñanza de la Física en carreras de Ingeniería en la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Sin embargo, se observa que existen dificultades en los estudiantes para regularizar y aprobar estas asignaturas. Las causas de estas dificultades pueden ser varias, sin embargo, la experiencia adquirida en investigaciones anteriores nos lleva a pensar que, si logramos incorporar materiales didácticos digitales, con criterios pedagógicos derivados del constructivismo de orientación socio cultural y de la calidad en educación basada en TIC, dentro de propuestas didácticas potencialmente significativas, podremos contribuir a mejorar los aprendizajes. Por tal motivo es que la presente investigación expone un relevamiento y valoración de los materiales didácticos en formato digital que se usaron en la asignatura Física I en el año 2015 para carreras de ingeniería en la Facultad Regional Rafaela de la Universidad Tecnológica Nacional (UTN). Este estudio pretende evaluarlos desde el punto de vista tecnológico y pedagógico. Para

concretar esta acción se requirió de la opinión de docentes y alumnos mediante encuestas que se detallan en la sección metodología. El objetivo final es conocer cuáles son las fortalezas y dificultades que presentan dichos materiales para mejorarlos, diseñar nuevos y/o insertarlos en nuevas propuestas didácticas.

II. METODOLOGÍA

Se adoptó como base fundamental para la evaluación de los materiales educativos digitales (MED) y su impacto en los procesos de aprendizaje los conceptos formulados por Barberá (2008). Según esta autora los criterios usados para evaluar la calidad de los procesos educativos mediados por TIC deben basarse en las representaciones que se tienen de dichos procesos y en una cierta caracterización teórica de los mismos. Esta perspectiva viene dada por el constructivismo de orientación socio cultural en la que se sitúa esta investigación para proponer las pautas, instrumentos y criterios de valoración.

Desde esta posición teórica, la calidad de los procesos educativos se entiende como vinculada, esencialmente, a la calidad de la interacción entre profesores y alumnos -y entre los propios alumnos- en el aula, a las ayudas que los profesores ofrecen a lo largo de dichos procesos, y al grado en que esas ayudas resulten ajustadas o adaptadas a los recursos cognitivos, motivacionales, relacionales y afectivos de los que los alumnos disponen, y que ponen en marcha, para aprender. (Barberá, 2008)

Se adopta para este trabajo una integración entre la metodología cualitativa y la cuantitativa, teniendo en cuenta que cada uno provee una información diferente y complementaria (Vasilachis de Gialdino, 1992).

Para realizar el relevamiento y valoración de los materiales didácticos y tecnologías involucradas en el proceso de enseñanza y aprendizaje se usaron los siguientes instrumentos:

- Cuestionario para valorar la perspectiva del profesorado sobre el uso de los MED.
- Cuestionario para valorar la perspectiva de los estudiantes sobre el uso de los MED.
- Registro de calificaciones y condiciones de regularidad de las cátedras.

Se trata de un estudio de caso donde se ha profundizado en el análisis de las potencialidades y problemas que presentan los materiales digitales usados durante el curso de Física I en la Facultad Regional Rafaela en el año 2015. Se compara la información aportada por las encuestas realizadas a los estudiantes y a los docentes para encontrar cuáles son los aspectos que requieren una revisión, mejora y/o total renovación.

Con los datos de los cuestionarios a los docentes se hizo un análisis cualitativo identificando los conceptos más importantes, los objetivos de uso de los materiales, inconvenientes, y necesidades de mejora.

La encuesta a los alumnos se realizó en parte a través de un formulario de Google y luego mediante preguntas impresas que completaron el cuestionario original. La cantidad de alumnos que respondieron fue el 30% de los que cursaron la materia, lo cual se considera una muestra representativa. Con los datos de las encuestas a los alumnos se efectuó un análisis estadístico identificando las principales causas de problemas, y la utilidad que ellos les dieron a estos materiales didácticos.

III. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

En la actualidad se dispone de una gran cantidad de materiales didácticos en formato digital para la enseñanza de las ciencias y la ingeniería. Los laboratorios virtuales y remotos constituyen un valioso recurso para la enseñanza en línea o como complemento de la educación presencial. La revisión realizada por Potkonajk y otros (2016) ofrece un panorama amplio y detallado de diferentes proyectos que utilizan laboratorios virtuales y remotos en distintas universidades. Su estudio muestra que los laboratorios virtuales y simulaciones son utilizados frecuentemente en un nivel inicial en carreras de ingeniería, continuándose con experiencias y equipamientos reales.

Se destaca el uso de este tipo de herramientas en el área de robótica. La realidad virtual y los mundos virtuales constituyen hoy una alternativa interesante y poco explotada.

La realidad virtual se podría definir como un sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad, que de hecho no son más que ilusiones ya que se trata de una realidad perceptiva sin ningún soporte físico y que únicamente se da en el interior de los ordenadores. (Facultat d'Informàtica de Barcelona, 2008)

Existen estudios que dan cuenta de la incorporación de este tipo de materiales dentro de las carreras de ingeniería. Banday, Ahmed y Jan, (2014) destacan que la aplicación de las TIC es muy disímil en los

distintos países y universidades. Las diferencias son aún más notables en la modalidad a distancia. Según estos autores las TIC y el aprendizaje electrónico se pueden emplear para mejorar la eficiencia de la enseñanza de la ingeniería ya sea a través de los métodos tradicionales o utilizando otras metodologías emergentes.

Mehra y Mital (2007) sostienen que lograr que los docentes utilicen las tecnologías con un sentido pedagógico es un proceso lento que se ve influido por muchos factores. No es solamente la incorporación de computadoras o recursos tecnológicos lo que mejora la educación, sino que son necesarios cambios desde lo pedagógico y desde los diseños curriculares.

Según Monsalve-Lorente y Cebrián-Cifuentes (2014) los cambios operados en la enseñanza universitaria requieren de un dominio de competencias digitales por parte de estudiantes y docentes.

Devece, Torroba y Videla (2015) obtuvieron mejoras en los resultados de las evaluaciones de acreditación en Física para Ingeniería en la Universidad Nacional de La Plata utilizando TIC para el aprendizaje de cinemática. Consideran que las TIC resultan estimulantes para el estudiante y favorecen la adquisición de actitudes, aptitudes y competencias requeridas para el futuro ingeniero.

La experiencia de estos autores en el uso de TIC para la enseñanza de química y física puede producir cambios positivos en la comprensión de los temas cuando son incorporadas dentro de propuestas educativas potencialmente significativas, como en el caso de enseñanza de sonido utilizando diferentes herramientas digitales (Culzoni, Fornari, y Alegre, Unidad educativa potencialmente significativa para la enseñanza de sonido incorporando TIC, 2015). Se utilizaron simulaciones computacionales para la enseñanza del tema Soluciones en Química dentro de la carrera de Ingeniería en Informática de la Universidad Católica de Santiago del Estero, Departamento Académico Rafaela y se obtuvieron importantes mejoras en la cantidad de alumnos que aprobaron este tema en las evaluaciones (Valsagna, Culzoni, y Karchesky, 2011). Se comprobaron los beneficios del uso de laboratorios remotos para la enseñanza de Física en Ingeniería cuando su utilización se enmarca dentro de una propuesta didáctica específica (Culzoni y Catalán, 2013), así como la posibilidad de generar interacciones docente – alumno y entre alumnos a partir de propuestas de este tipo (Culzoni, 2013).

IV.RESULTADOS

A. Resultados de la encuesta a los estudiantes

A.1 Evaluación desde el punto de vista tecnológico

En primer lugar se preguntó a los alumnos con qué materiales educativos en formato digital tenían experiencia de uso. Se exponen los resultados en el siguiente gráfico.



FIGURA 1: Experiencia previa de alumnos en el uso de herramientas digitales.

Los alumnos presentan mayor experiencia previa en el uso de videos, presentaciones y aula virtual, pero poca en herramientas que favorecen la comunicación y el debate y es casi nula en laboratorios remotos. Sin embargo, se considera que es un buen punto de partida para el docente.

Se solicitó a los estudiantes que realicen una calificación desde el punto de vista técnico de los recursos en formato digital usados en la asignatura. En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos.

El aula virtual y los videos fueron utilizados en forma obligatoria y las simulaciones de manera optativa. El 58% de los alumnos consideraron al aula virtual como buena o muy buena desde el punto de vista técnico y el 75% sostiene que los videos son buenos o muy buenos también desde esa perspectiva.

Se preguntó a los estudiantes cuales habían sido las mayores dificultades técnicas que los MED habían presentado. El aula virtual tuvo dificultades en el acceso a la plataforma y problemas de navegación y

conexión a internet cuando se conectaron todos los alumnos en forma simultánea durante las evaluaciones parciales realizadas en la facultad mediante el servidor que provee la misma.

El 34% de los alumnos no tuvo ningún problema durante el uso de las simulaciones computacionales, casi el 30% tuvo una calificación regular en el uso y menos del 40% no trabajó con las mismas.

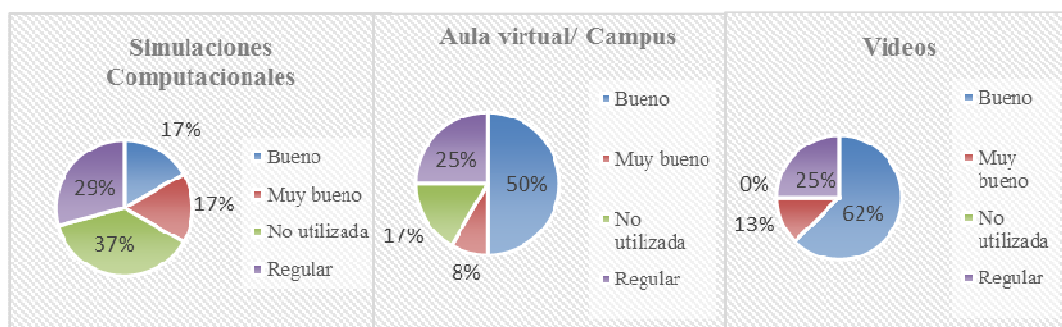


FIGURA 2. Calificación desde el punto de vista técnico de los materiales en formato digital.

A.2 Evaluación desde el punto de vista pedagógico

Se solicitó a los alumnos que valoren del 1 al 5 (1= sin logros, 5= máximos logros) lo que los MED les permitieron lograr en relación a cinco categorías: resolución de problemas, comprensión de teoría, relación entre teoría y práctica, relación con otras asignaturas e información complementaria. Se preguntó solamente sobre aula virtual, videos y simulaciones computacionales. Una vez evaluado cada material educativo se obtuvo el promedio general de todos, siendo para el aula virtual 2,76, para videos 3,15, y para simulaciones computacionales 2,86; observando que se destacan los videos con mayores logros respecto a los otros.

Se acordó tomar el siguiente criterio para la valoración de los MED. Si el promedio de valoración se encuentra entre 1 y 3, se considera que es necesario realizar modificaciones importantes, si el promedio se encuentra entre 3,01 y 4 este material es bueno, aunque sería conveniente revisar si existen aspectos a mejorar. Si el promedio es mayor a 4 se considera muy bueno y puede continuarse con su utilización.

A.2.1 Aula virtual

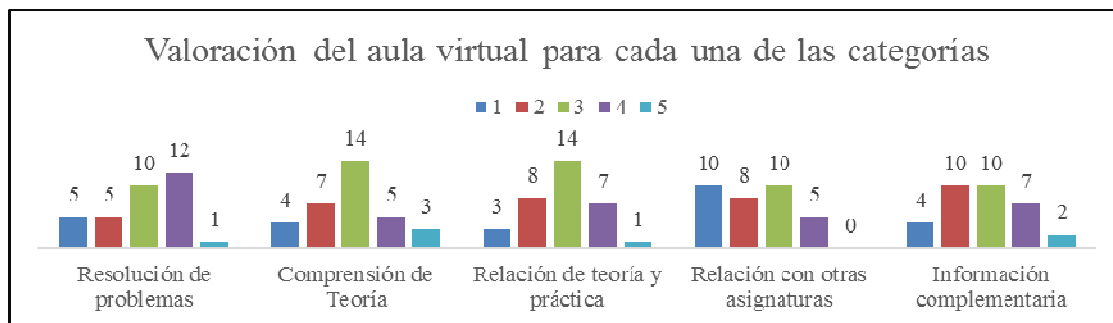


FIGURA 3. Se muestra la valoración de 1(sin logros) a 5(máximo logro) del uso del aula virtual para las categorías establecidas.

TABLA I. Estadísticos fundamentales del aula virtual.

	promedio	mediana	modo	desvío estándar	cv
Resolución de problemas	2,97	3	4	1,13	0,38
Comprensión de teoría	2,88	3	3	1,11	0,39
Relación de teoría y práctica	2,85	3	3	0,97	0,34
Relación con otras asignaturas	2,30	2	3	1,07	0,47
Información complementaria	2,79	3	3	1,11	0,40

En todos los casos el promedio es cercano a 3, esto significa que es necesario realizar algunas mejoras en todas las categorías analizadas. En el caso de resolución de problemas, el valor de mayor frecuencia (modo) es el 4, lo cual nos indica que los alumnos han tenido mejores logros en este aspecto. En el caso de relación entre teoría y práctica, el coeficiente de variabilidad (cv) indica un desvío menor en los datos registrados, lo cual muestra que la mayoría de las respuestas se encuentran en valores cercanos al promedio.

A.2.2 Videos

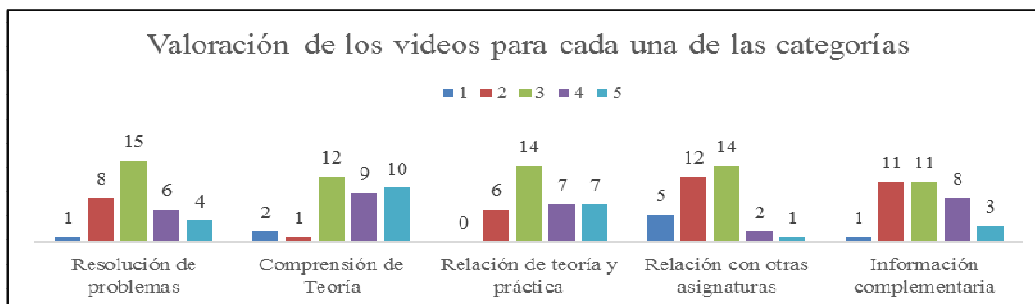


FIGURA 4. Se muestra la valoración de 1(sin logros) a 5(máximo logro) del uso de videos para las categorías establecidas.

TABLA II. Estadísticos fundamentales de los videos.

	Promedio	mediana	modo	desvío estándar	cv
Resolución de problemas	3,12	3	3	1,01	0,32
Comprensión de Teoría	3,71	4	3	1,12	0,30
Relación de teoría y práctica	3,44	3	3	1,02	0,30
Relación con otras asignaturas	2,47	2,5	3	0,93	0,38
Información complementaria	3,03	3	2	1,03	0,34

El mayor promedio se encuentra en la categoría comprensión de teoría, siendo este valor 3,71, esto significa que los videos han realizado un mayor aporte en este aspecto, aunque es necesario realizar algunas mejoras en todas las categorías analizadas. En el caso de comprensión de teoría y relación de teoría y práctica el coeficiente de variabilidad (cv) indica un desvío menor en los datos registrados, lo cual muestra que la mayoría de las respuestas se encuentran en valores cercanos al promedio.

A.2.3 Simulaciones computacionales

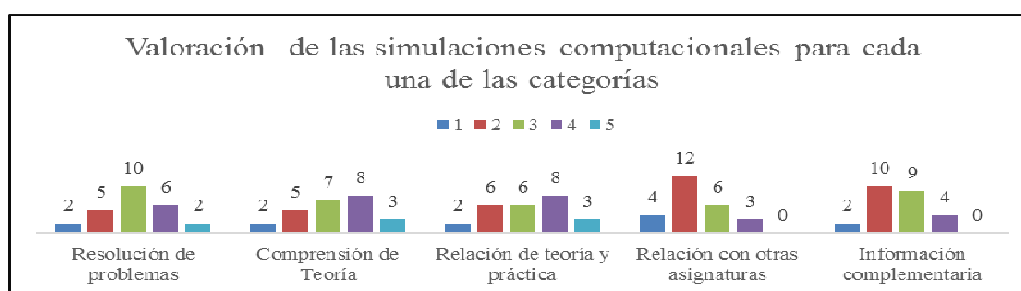


FIGURA 5. Se muestra la valoración de 1(sin logros) a 5(máximo logro) del uso de simulaciones computacionales para las categorías establecidas.

En las categorías resolución de problemas, comprensión de teoría y relación entre teoría y práctica el promedio indica que los logros han sido buenos pero que se requieren mejoras. En los otros aspectos el promedio es muy bajo, lo cual indica que se requieren cambios importantes.

TABLA III. Estadísticos fundamentales de las simulaciones computacionales.

	Promedio	mediana	modo	desvío estándar	cv
Resolución de problemas	3,04	3	3	1,06	0,35
Comprensión de Teoría	3,20	3	4	1,15	0,36
Relación de teoría y práctica	3,16	3	4	1,18	0,37
Relación con otras asignaturas	2,32	2	2	0,90	0,39
Información complementaria	2,60	3	2	0,87	0,33

A.2.4 Modalidad de uso y grado de dificultad de los MED

Se preguntó a los alumnos en que modalidad utilizaron los MED, para conocer si los mismos favorecían o no el aprendizaje colaborativo en grupos y si el uso se extendió más allá de las aulas. Se establecieron cinco posibilidades: durante la clase en forma general, en forma individual en el aula, en pequeños grupos en el aula, en forma individual en la casa y en pequeños grupos en la casa. La valoración también se estableció de 1: muy poco usado, hasta 5: muy usado.

La última pregunta trata de evaluar qué dificultades presentaron los diferentes materiales digitales en relación con cuatro aspectos seleccionados: estructura de los materiales para presentar los contenidos, modo en que se presentan los contenidos, comprensión de cuadros, esquemas o gráficos; comprensión de trabajos prácticos. La valoración es de 1 a 5 siendo 1= sin dificultades y 5 muchas dificultades.

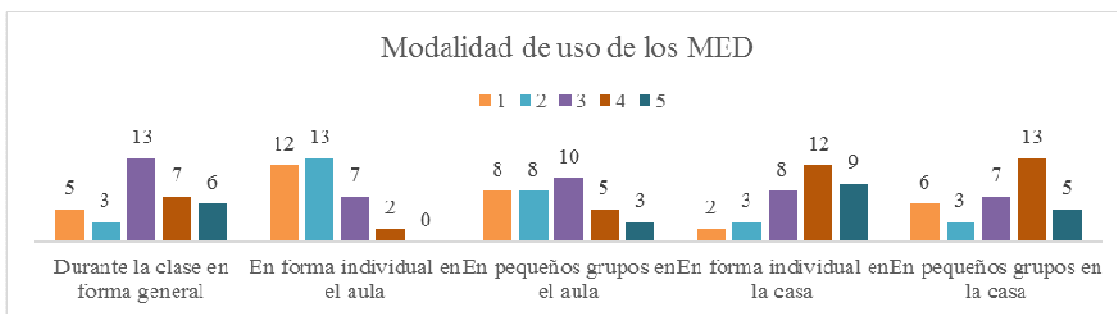


FIGURA 6. Se muestra la modalidad de trabajo con los MED valorando de 1(no utilizado) a 5(muy utilizado).

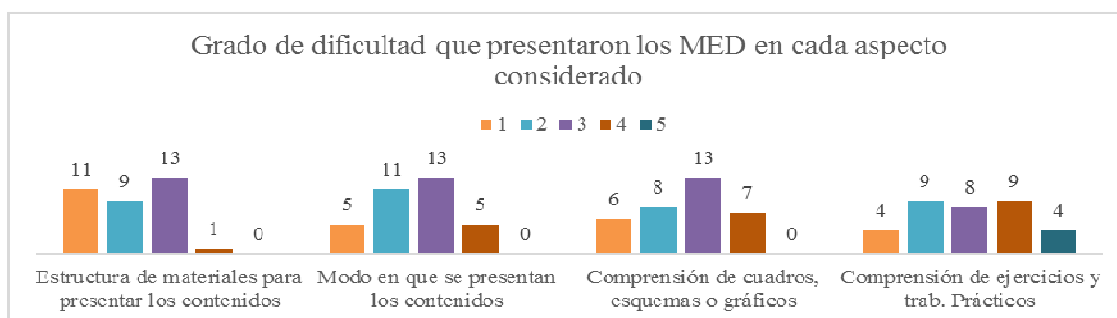


FIGURA 7. Se muestra la valoración de los estudiantes en relación a la dificultad que presentaron los MED para cada aspecto seleccionado valorando de 1(sin dificultades) a 5(alta complejidad).

Los MED fueron utilizados en la clase en forma general, lo que permite pensar en una tendencia de su uso en clases expositivas y en menor medida para actividades individuales. Lo contrario se registra para el uso posterior en la casa, donde se destaca la modalidad individual o en pequeños grupos. La estructura de presentación de los MED y el modo en que se presentaron no registran mayores dificultades para su comprensión. La comprensión de gráficos reviste alguna dificultad, así como la comprensión de trabajos prácticos, que presenta una distribución más homogénea. Esto muestra la necesidad de realizar revisiones en el diseño de estos dos aspectos, pero también sugiere la necesidad de un análisis más profundo por parte de los alumnos ya que son dos actividades de mayor complejidad intelectual.

B. Resultado de la encuesta a docentes

Desde la asignatura Física I, durante el año 2015, se han realizado propuestas de enseñanza mediadas por tecnología, utilizando como soporte la plataforma Moodle. Se presentaron actividades en las que se muestran simulaciones computacionales, videos, programas específicos, acceso a sitios de interés científico, entre otros. El uso del aula virtual se produce durante todo el cursado incluyendo diferentes instancias de evaluación y a posteriori del mismo. Se recurrió a la plataforma cotidianamente, como complemento de la enseñanza presencial, los videos se utilizaron para ejemplificar cada eje temático, ya sea al inicio, como disparador de algún tópico, o al cierre de un determinado contenido. Las simulaciones se incorporaron al campus con menor frecuencia, en algunos contenidos su utilización mejoró la comprensión de casos límite y permitió realizar un análisis cualitativo del fenómeno en estudio. También estuvieron disponibles textos en formato electrónico, actividades teóricas, ejercicios propuestos, prácticas de laboratorio, auto-evaluaciones, entre otras.

Los objetivos pedagógicos planteados pretenden favorecer la interrelación entre los contenidos, relacionar con situaciones de la vida cotidiana y del quehacer profesional, lograr la autonomía del alumnado y la organización de los tiempos de estudio e incrementar el interés y la motivación por los contenidos de la asignatura.

Con respecto a la parte técnica, relacionada con el uso de los recursos mencionados anteriormente, se detectaron algunas dificultades de acceso debido a problemas de conectividad en el ámbito universitario en el que se desarrollaron las actividades.

La importancia de su uso radica en una mejora notable de la comunicación que se produce en forma sincrónica y asincrónica, una mayor cantidad de recursos disponibles durante más tiempo y en cualquier lugar, un respeto por los tiempos individuales de comprensión de cada contenido y una relación colaborativa en los procesos de aprendizaje.

V. CONCLUSIONES

El video fue el material didáctico mejor valorado, con una experiencia previa de uso del 25% y con un promedio general mayor a tres en todos los ítems salvo en la relación con otras asignaturas. Hay que destacar que la cátedra solicitó a los alumnos la producción de videos como parte de la evaluación de la materia, hecho que se planteó como un trabajo a lo largo del cuatrimestre. Se considera que la importancia desde el punto de vista pedagógico que los docentes le dieron al video contribuyó a que los estudiantes valoren positivamente este recurso.

El aula virtual tiene una puntuación buena, sin embargo, se deben hacer mejoras para ajustar aspectos que optimicen su desempeño. Se destaca como una falla técnica la saturación en el momento en el que se conectan muchos alumnos al mismo tiempo durante los parciales. Coinciden en este aspecto ambas encuestas. Las simulaciones fueron poco utilizadas debido a que eran un material de uso optativo o complementario, no obstante, cumplieron en parte el objetivo del docente de contribuir a la comprensión de algunos temas teóricos y a la relación entre la teoría y la práctica.

Se puede observar que los MED contribuyeron poco en la relación con otras asignaturas, sin embargo, consideramos que este aspecto es de difícil concreción para alumnos de primer año.

Los MED ofrecieron un bajo nivel de dificultad para los alumnos en los aspectos de organización y modo de presentar los contenidos, pero la dificultad aumenta cuando se refiere a la comprensión de cuadros y gráficos y a la resolución de problemas. Este aspecto requiere una revisión y mejora.

Se puede concluir que los materiales en formato digital fueron usados en su mayoría en la modalidad individual o en pequeños grupos fuera del aula, concretándose el objetivo de los docentes de ofrecer recursos disponibles en cualquier momento y lugar, con el fin de favorecer el proceso de aprendizaje respetando los tiempos individuales.

Los MED han sido incorporados en la asignatura Física I con objetivos claros y teniendo en cuenta un diseño pedagógico que permita su uso para mejorar la comprensión de los diferentes temas. Serán necesarias algunas mejoras para optimizar sus beneficios, las que podrán concretarse a partir de esta investigación.

REFERENCIAS

Banday, M. T., Ahmed, M., y Jan, T. R. (2014). Applications of e-Learning in Engineering Education: A Case Study. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 123, 406-413. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1439>

- Barberá, E. (2008). *Cómo valorar la calidad de la enseñanza basada en TIC*. Barcelona: Graó.
- Culzoni, C. (2013). Calidad de las interacciones en una propuesta para enseñanza de la Física en un aula virtual y utilizando un laboratorio remoto. *Revista virtualidad, educación y ciencia*, 4(6), 29-43.
- Culzoni, C., Fornari, J., y Alegre, L. (2015). Unidad educativa potencialmente significativa para la enseñanza de sonido incorporando TIC. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(Extra), 709-715.
- Culzoni, C., y Catalán, L. (2013). Evaluación del diseño didáctico de una propuesta para el aprendizaje de la física utilizando un laboratorio remoto desde un aula virtual. *Etic@net*, 2(13), 399-431.
- Devece, E., Torroba, P., y Videla, F. (2015). El empleo de las TIC para validar los modelos teóricos en el estudio del movimiento de rototraslación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 27(Extra), 411-417.
- Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). (2008). Retro Informática. El pasado del futuro. Retrieved from <http://www.fib.upc.edu/retro-informatica/avui/realitatvirtual.html>
- Mehra, P., y Mital, M. (2007). Integrating technology into the teaching-learning transaction: Pedagogical and technological perceptions of management faculty. *International Journal of Education and Development using Information and Communication Technology (IJEDICT)*, 3(1), 105-115.
- Monsalve-Lorente, L., y Cebrián-Cifuentes, S. (2014). Competencias Tecnológicas en Estudiantes de Educación Superior. *Etic@net*, 2(14), 249 -270.
- Potkonjak, V., Gardner, M., Callaghan, V., Mattila, P., Guetl, C., Petrović, V. M., y Jovanović, K. (2016). Virtual Laboratories for Education in Science, Technology, and Engineering. *Comput. Educ.*, 95(C), 309–327. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.002>
- Valsagna, I., Culzoni, C., y Karchesky, D. (2011). Aplicación de recursos didácticos para la enseñanza de química con NTIC en la Universidad: una propuesta para la enseñanza de soluciones. *Nuevas Propuestas en UCSE*, (50), 127-138.
- Vasilachis de Gialdino, I. (1992). *Métodos Cualitativos I*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.