

Proyecto Multimedia Estudiantil: una experiencia para motivar buenas estrategias de resolución de problemas de Física



Sandra Kahan, Sylvana Varela y Nicolás Casaballe

*Instituto de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República,
J. Herrera y Reissig 565, CC.30, CP.11000, Montevideo, Uruguay.*

E-mail: skahan@fing.edu.uy

(Recibido el 26 de Mayo de 2010; aceptado el 16 de Marzo de 2011)

Resumen

Este trabajo describe las actividades llevadas a cabo en el proyecto “Participación estudiantil en la elaboración de material multimedia” para el curso de Física General 1 de la Facultad de Ingeniería. Los estudiantes que estaban cursando la asignatura, en forma voluntaria, en grupos de dos a cuatro, resolvieron un problema planteado por los docentes y elaboraron material multimedia para la página WEB del curso. El objetivo era generar un ambiente de aprendizaje donde el grupo de estudiantes resolviera un problema planteado de manera paramétrica, transmitiera por escrito y oralmente sus conclusiones, e indagara sobre los resultados que se obtenían al variar los parámetros o las condiciones. Así el estudiante se enfrentaba a resultados inesperados que debía explicar, con la guía del docente. Se deseaba motivar al estudiante a que participara del proceso de enseñanza y aprendizaje de manera activa, cambiando su percepción de qué es resolver un problema y estudiar cómo eso influía en su rendimiento académico a corto y mediano plazo. La mayoría de los estudiantes obtuvo mejor calificación en el marco de la asignatura Física General 1, aunque el desempeño no mejoró en el mediano plazo.

Palabras clave: Investigación Educación en Física, Enseñanza y Aprendizaje, Curso de Física General.

Abstract

This work describes the activities performed within the project “Student’s Participation in elaboration of Multimedia Material” for the Engineering Faculty’s General Physics 1 course. In groups of two to four the students attending that subject solved, voluntarily, a problem presented by the teachers and created multimedia material for the course’s webpage. The objective was to generate a learning environment in which the student group would solve a problem stated in parametric form, written and orally transmit its conclusions, and query about the results obtained when parameters or conditions are changed. This way the student faced unexpected results that, guided by the teacher, he/she had to explain. We wished to motivate an active student’s participation in the teaching and learning process changing his/her perception about what it is to solve a problem, and to study how that influences his/her short and medium term academic performance. Most of the students got a better grade at General Physics 1, although the performance was not improved in the medium term.

Keywords: Research in Physics Education, Teaching & Learning, General Physics Course.

PACS: 01.40.-d, 01.40.Fk, 01.55.+b, 01.40.Ha

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Al inicio de las carreras universitarias en ciencias e ingeniería, los cursos de física basan su estrategia de enseñanza y aprendizaje en la actividad de resolver problemas, entendiendo que es a través de esta práctica que el estudiante logra apropiarse de los conceptos. Sin embargo, como señalan Becerra Labra *et al.* [1], las prácticas usuales de los docentes en el aula suelen enviar señales incorrectas acerca de qué es resolver un problema y de cómo a través de esa actividad didáctica los estudiantes pueden ampliar sus destrezas intelectuales. Entendemos que dichas prácticas deben dirigirse a que los estudiantes, además de aprender los contenidos de Física, puedan

adquirir, progresivamente, independencia en el manejo de tácticas y estrategias de aprendizaje al tiempo que pueden resolver situaciones problemáticas más complejas.

De acuerdo a la psicología cognitiva, es necesario que el estudiante automatice algunos procesos cognitivos para aumentar su capacidad de manejo de la memoria y el uso del conocimiento en la resolución de un problema [2]. De acuerdo a las teorías instruccionales [3] la resolución de problemas complejos está supeditada de manera jerárquica a habilidades intelectuales de modo tal que las más simples son indispensables para alcanzar las más complejas.

Entonces, se entiende que la realización más o menos rutinaria de ejercicios de Física posibilita la automatización y manejo de reglas subordinadas en la jerarquía, tal como se

propone en la teoría del aprendizaje acumulativo. Pero eso, siendo condición necesaria, no es suficiente para lograr un aprendizaje significativo.

Por un lado, se hace necesario instrumentar estrategias didácticas que promuevan la reflexión de los estudiantes acerca de su proceso de aprendizaje [4, 5], fomentando el aprendizaje cooperativo a través de actividades multimedia diseñadas por los docentes [7, 8].

Por otro lado, muchos autores [1, 9] indican que la capacidad de resolución de problemas en Física debe promoverse en un ambiente problematizado que emule las actividades de los investigadores en la disciplina.

Tomando en cuenta estos antecedentes y diversos indicadores del grado de aprendizaje de los alumnos, se decidió implementar actividades complementarias al curso regular de Física General 1 de la Facultad de Ingeniería, las cuales estaban orientadas a promover la adquisición de destrezas intelectuales que son imprescindibles para el desempeño académico de los estudiantes, en simultáneo con el aprendizaje de la disciplina específica.

Más concretamente, nos interesaba generar un ambiente cognitivo donde el trabajo de los estudiantes fuera fuertemente guiado por los docentes, en diálogo con los estudiantes y de acuerdo a un protocolo establecido pero suficientemente flexible como para promover la iniciativa de los alumnos, que trabajarían en forma cooperativa.

Además, sin que ello fuera el principal objetivo, se procuró explotar la afinidad de los alumnos con las nuevas tecnologías multimedia. En tal sentido, fue posible constatar una alta heterogeneidad respecto al uso de las TICs con fines de aprendizaje, tema que se desarrollará en un trabajo futuro.

Este artículo tiene como objetivo explicar la metodología de trabajo en el marco del proyecto, los resultados cognitivos y estudiar su correlación con los resultados de las pruebas sumativas del curso. También analiza si esta experiencia tuvo incidencia en el desempeño posterior de los estudiantes en su carrera.

La siguiente sección describe las características de la población objetivo. Asimismo, se explican los cambios que recientemente se han realizado en la propuesta de los ejercicios y problemas del curso. La sección III, describe las actividades complementarias implementadas para un total de 180 estudiantes pertenecientes a dos generaciones de ingresantes. La sección IV expone los resultados de la experiencia y finalmente, la sección V está dedicada a explicitar algunas conclusiones.

II. POBLACIÓN OBJETIVO

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, de libre acceso a todos los egresados de la Enseñanza Media que completaron su bachillerato en áreas científico-tecnológicas, se aplica la Herramienta Diagnóstica al Ingreso (HDI) que incluye (en formato múltiple opción) preguntas de Física, Matemática, Química y Comprensión Lectora, además de otras componentes (Expresión Escrita, Motivación, Estrategias de Aprendizaje

y Estilos Cognitivos) que profundizan en una línea de investigación de diagnóstico de las características de la población ingresante [10].

Cada pregunta de opción múltiple se evalúa de acuerdo a 4 niveles de desempeño (Nivel 1: adquisición de información; Nivel 2: interpretación de la información; Nivel 3: análisis de información y realización de inferencias; Nivel 4: estrategias de investigación científica). La selección de estos desempeños (y no otros) implicó una opción teórica sobre modelos de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias [10].

A efectos de garantizar la equivalencia de la HDI entre distintos años y su validación como herramienta diagnóstica, la Tabla I explicita los promedios e índice de Cronbach de las pruebas, donde RG refiere al Resultado Global de la HDI normalizado (de acuerdo al número de preguntas) el cual se considera como "satisfactorio" cuando los estudiantes responden correctamente más del 60% de la prueba en sus componentes de Física, Matemática, Química y Comprensión Lectora [11].

TABLA I. Características de la HDI para cuatro años consecutivos.

Año	2005	2006	2007	2008
Nº de preguntas	34	40	40	40
Nº de estudiantes	1051	901	900	962
RG $\geq 0,60$	187	220	212	220
Promedio General	15,6 (46%)	19,9 (50%)	18,8 (47%)	20 (50%)
Desviación Estándar	5,9	5,6	4,4	6,0
Alfa de Cronbach	0,77	0,75	0,69	0,72

Del análisis de la HDI se ha establecido que la gran mayoría de los estudiantes no satisfacen esos requerimientos. En consecuencia, los índices de aprobación del curso de Física General 1 (FG1) están muy por debajo de lo esperado (Fig.1).

La evaluación sumativa del curso consiste en dos pruebas parciales: una en mitad del semestre lectivo (total 40 puntos) y otra al final del semestre lectivo (total 60 puntos). La suma de los puntos de ambas pruebas indican que el estudiante aprobó la asignatura (≥ 60 puntos), exonerando el examen final y/o aprobó el curso (≥ 25 puntos) quedando habilitado para rendir examen. Las pruebas parciales también son de opción múltiple y su validación sigue el mismo proceso que la HDI.

La Fig.1 muestra los puntajes de aprobación del curso FG1, respecto del Resultado Global (RG) de la HDI para tres generaciones. La gráfica se realizó separando los (aprox.) 1000 estudiantes en grupos de entre 50 y 100 estudiantes, de acuerdo a su resultado y observando el promedio de los estudiantes por grupo en la suma de ambas instancias de evaluación.

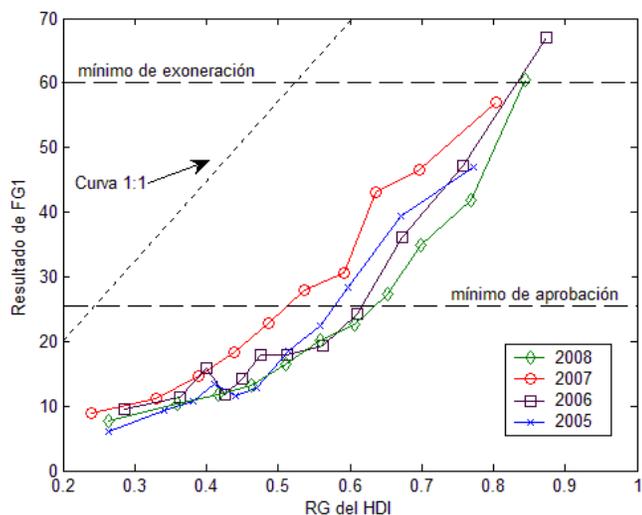


FIGURA 1. Resultados finales del curso Física General 1 por grupos en función del Resultado Global de la HDI (años 2005 a 2008) normalizado. También se marca (línea punteada) la meta de predicción de la HDI en referencia al rendimiento de los estudiantes en el curso y (líneas entrecortadas) el índice mínimo de aprobación del curso y exoneración del examen final.

Los resultados de las evaluaciones sumativas del curso ponen de manifiesto que los estudiantes no logran cumplir con los objetivos del curso FG1. La desviación estándar de los resultados globales por grupo (no mostrados en la Fig.1) quedan por debajo de la curva 1:1 que se dibuja como referencia. En otras palabras, si los resultados de la HDI se reflejaran completamente en los resultados de FG1, la curva debería resultar en una relación 1:1, pero aún tomando en cuenta la desviación estándar, esto no se cumple."

Las clases magistrales y masivas (aprox. 200 estudiantes en cada grupo de teórico y 70 estudiantes en los grupos de ejercicios), complementadas con instancias de consulta, no son la mejor estrategia didáctica para cambiar los preconceptos errados y mejorar las destrezas intelectuales necesarias para resolver problemas [3]. A pesar de tratarse de pruebas cerradas, estas son imprescindibles para aprobar las evaluaciones sumativas. Se detectó que el método de estudio adoptado por una parte importante de los estudiantes implicaba la resolución rutinaria, mecánica y acrítica de una multitud de problemas, donde la preocupación se centraba en la obtención del resultado final correcto y no en la comprensión de los razonamientos que conducen a este.

Con el objetivo de promover la reflexión en las clases de ejercicios y en el momento en que los estudiantes se enfrentan personalmente con la tarea de resolver los problemas, en el año 2006, se re-plantearon las actividades prácticas. La reformulación se hizo en base a entrevistas (un docente de teórico y dos ayudantes de práctico) con un grupo de estudiantes involucrados, en ese momento, en el curso. En las entrevistas, se constataron las diferencias que Leonard [12] estudia entre expertos y novatos, pudiendo identificar a los estudiantes que habían obtenido buenas calificaciones en el HDI y el primer parcial de FG1 como expertos, de acuerdo a dicho autor.

Esta reformulación consistió en replantear todos los problemas de forma tal que la respuesta a un resultado numérico sea precedida por un resultado analítico. También se agregaron preguntas para que el estudiante se viera obligado a usar representaciones múltiples de la misma situación problemática y sus resultados. En tercer término se explicitaron cuáles eran los objetivos que perseguía cada una de las actividades semanales y algunos problemas en particular. Por último, a través de preguntas o afirmaciones se hace notar cuáles son las analogías y diferencias entre las diferentes situaciones problemáticas planteadas.

La reformulación se puso en práctica en el año 2007. La Fig.1 muestra que ese año el curso FG1 mejoró sus resultados, en referencia al HDI.

III. PROYECTO MULTIMEDIA ESTUDIANTIL

Complementando las iniciativas descritas en la sección anterior, en los años 2007 y 2008 se instrumentó el Proyecto Multimedia Estudiantil (PMME), con la participación voluntaria de estudiantes de FG1.

Becerra Labra *et al.* [1], establecen indicadores para que una resolución de problemas de Física sea coherente con la metodología científica; indicadores que deben guiar la tarea de enseñanza y aprendizaje. Como muestra un trabajo reciente de Ogilvie [13], esos indicadores no forman parte de las creencias epistemológicas con las que un estudiante resuelve problemas de Física.

El principal objetivo del proyecto era motivar al estudiante a participar activamente del proceso enseñanza y aprendizaje, aprovechando fortalezas que adquirió previamente. Adicionalmente, se deseaba investigar en qué medida una actividad que se planteaba como extracurricular y voluntaria, enriquecería la práctica y concepción que los estudiantes tienen de "qué es resolver un problema de Física y qué debería caracterizar su proceso de resolución", entendiendo que eso (a pesar de que la tarea era puntual) se vería reflejado en los resultados de las evaluaciones sumativas.

El proyecto consistió en que los estudiantes, organizados en grupos de dos a cuatro, realizaran una tarea específica cuyo producto final se publicaría en la página WEB de FG1 y se recomendaría a los otros estudiantes del curso [14].

Cada tarea se planteaba como una consigna formulada con precisión: la resolución de una pregunta concreta planteada por los docentes, referida a una situación física similar a las propuestas durante el curso de FG1, de forma tal que la respuesta debía ser dada en función de parámetros especificados como conocidos (incluso en ocasiones ampliando algunos de los ejercicios ya propuestos en el curso de FG1).

Posteriormente, se le sugería al estudiante algunos de los posibles caminos para desarrollar el análisis del sistema planteado y sacar conclusiones de los resultados obtenidos, en lugar de terminar la tarea cuando se llegaba a un resultado numérico particular. En general, las sugerencias consistían en la interpretación del comportamiento del sistema, en función de la variación del valor de los

parámetros. (Ver ejemplo en anexo 1). Muchos grupos prefirieron proponer sus propias preguntas o ampliar con nuevos cuestionamientos el campo de indagación.

Además, el grupo de estudiantes debía escribir un informe técnico acerca de su trabajo, de acuerdo a pautas especificadas por los docentes: resumen, introducción, fundamentos teóricos, desarrollo y conclusiones. Por último, debían preparar una presentación y exponerla oralmente a los docentes y estudiantes de otros grupos que habían trabajado en otros proyectos.

IV. PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

A. Procedimiento y resultados cualitativos

Como ya se mencionó, la participación en el proyecto fue voluntaria, extracurricular y grupal.

La elaboración del proyecto se programó con un cronograma de 4 sesiones semanales presenciales: (1) reunión inaugural (para explicar el régimen de trabajo, los alcances del proyecto, entregar la tarea a cada grupo), (2) primer sesión de consulta (para consultar, completar y entregar la tarea inicial en lápiz y papel y discutir con el docente “ideas a desarrollar” que redunden en un análisis de los resultados), (3) segunda sesión de consulta (para discutir con los docentes el resultado del análisis y entregar un “informe técnico” de la tarea inicial explicada en soporte electrónico y de acuerdo a un formato establecido similar al que las revistas exigen para la presentación de trabajos) y (4) última sesión de presentación oral de la situación problemática, resultados y conclusiones, ayudados por una presentación en Power Point.

En los períodos entre las sesiones presenciales, los estudiantes podían enviar avances del informe técnico y la presentación a efectos de que el docente los revisara y devolviera con correcciones o sugerencias. Para ello, se aprovechó la herramienta “control de cambios” del procesador de texto, a efectos de que el estudiante supiera cuáles eran las modificaciones sugeridas.

En dos años se produjeron 59 tareas (con sus respectivos informes técnicos y presentaciones), sobre 13 situaciones problemáticas diferentes, 9 de las cuales fueron ilustradas con animaciones FLASH interactivas elaboradas por los docentes, de acuerdo a los intereses expresados por los estudiantes.

En el proceso, se estimuló a los estudiantes a trabajar en equipo (de manera presencial y a distancia), a expresar sus ideas para que otros estudiantes pudieran hacer uso de los materiales elaborados, a categorizar los pasos de resolución de un problema entre los que son rutinarios y los que forman parte del planteo del problema, dado que en todo los casos, se exigió un “resumen”, una “introducción” y un capítulo de resultados y conclusiones. Comparando los textos producidos inicialmente, (posteriormente corregidos por los docentes y re-formulados en varias oportunidades) con los textos finales es posible observar cómo los estudiantes fueron adquirieron destrezas que les permitieron explicitar sus ideas y procedimientos.

Para analizar los resultados, en varias ocasiones los grupos se vieron en la necesidad de usar planillas de cálculo, programas MATLAB, GEOGEBRA, DERIVE u otras herramientas que facilitaran las representaciones gráficas.

En muchas oportunidades, al variar los parámetros, los estudiantes encontraron que el modelo físico utilizado tenía un límite de aplicación.

Los estudiantes realizaron, en algunas ocasiones, dibujos animados digitales usando programas con los que estaban familiarizados previamente, que ilustraban las diferentes situaciones problemáticas que se podían encontrar en un mismo sistema físico.

Como ya se dijo, las “ideas a desarrollar”, podían ser las sugeridas por los docentes o podían ser propuestas por los estudiantes. En este último caso, en algunas oportunidades, los conocimientos requeridos para dar respuesta a las preguntas estaban fuera del alcance de un primer curso universitario de Física. A pesar de ello, los docentes apoyaron al grupo en la búsqueda de una respuesta, aunque la misma no fuera completa o no pudiera reflejarse en una respuesta analítica cerrada (por ejemplo, analizar la trayectoria de un proyectil en un fluido viscoso).

B. Encuesta a los participantes

Sobre el final del semestre, cuando ya se conocían los resultados de las evaluaciones sumativas, los estudiantes que participaron del proyecto completaron una encuesta (ver anexo 2). En un total de 80 encuestados, se determinaron los siguientes índices de respuesta:

TABLA II. Índice de respuesta a la encuesta.

	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 3	Preg. 4	Preg. 5
a	10%	12%	22%	11%	50%
b	31%	2%	32%	16%	0%
c	24%	2%	30%	32%	21%
d	36%	71%	16%	27%	28%
e	0%	12%	0%	14%	1%

La primera pregunta refiere a la relación entre las expectativas del estudiante y los resultados obtenidos en el curso.

Al responder a la segunda pregunta, un 12% de los estudiantes reconoce que participó sólo por el incentivo de 5/100 puntos extra para la exoneración del examen. Al 71% el proyecto le ayudó a aprender porque estudió un tema en detalle y sólo un 12% reconoce que aprendió cómo se debe estudiar Física, por lo que son pocos los estudiantes que reconocen en esta actividad un cambio en la forma de enfrentarse a los problemas de la disciplina.

Pasando a la cuarta pregunta, al 32% le interesó aprender física a través de la resolución de un problema concreto. El 33% de esos estudiantes complementaron la respuesta con “Aprender a usar programas que no habían usado antes” e igual número con “Participar de un grupo de trabajo”.

Finalmente, el 50% de los estudiantes recomendaría la actividad porque le sirvió para aprender, el 21% porque apreció la interacción con los docentes y el 28% la recomendaría por los puntos que se obtienen. Los estudiantes podían marcar varias de las respuestas y sólo dos estudiantes dieron ésta como única respuesta.

Los comentarios de mejora, apuntaban a:

- que se diera mayor difusión para que más estudiantes pudieran aprender con esa modalidad,
- que había servido para integrarse a la Facultad.
- que era necesario un último encuentro con los docentes para que se hiciera una devolución de la calidad del proyecto y de la presentación oral.

C. Resultados cuantitativos

En las secciones anteriores se describió la experiencia desde una perspectiva cualitativa. Ahora nos proponemos analizar si la participación en el proyecto, tuvo el resultado cuantitativo esperado. Para ello se analizaron dos parámetros: (A) el resultado del curso Física General 1, en referencia al resultado global de la HDI y (B) la evolución de los estudiantes en la Facultad de Ingeniería.

La Fig.2 muestra el primer parámetro. Los resultados de los estudiantes que participaron del proyecto, se grafican en forma punteada. Además, separando a los estudiantes que intervinieron en el curso FG1 en los años 2007 y 2008 en grupos de 50 a 100 estudiantes de acuerdo al RG de la HDI, podemos tener información de los promedios de cada grupo, con su respectiva desviación estándar.

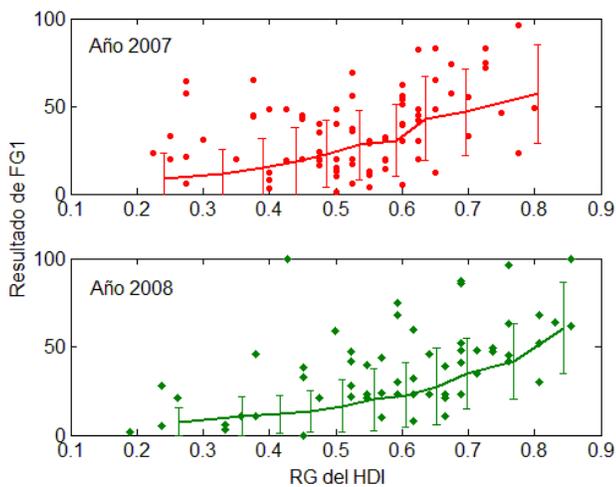


FIGURA 2. Resultados finales del curso Física General 1 en función del resultado global de la HDI (años 2007 y 2008) normalizado. Los puntos corresponden a los resultados de los estudiantes que participaron del PMME. Las líneas continuas marcan la tendencia de toda la población de estudiantes de FG1, de acuerdo al año de participación en el proyecto.

Existe una importante correlación entre el resultado de la HDI y los resultados del curso FG1 (Tabla III). Los datos corresponden sólo a los estudiantes que cursaban por primera vez la asignatura, en su año de ingreso.

Entonces, en el año 2007 (2008) el 68% (79%) de estos estudiantes obtuvieron un resultado por arriba del promedio del grupo al que pertenecían y el 24% (30%) se ubica en el percentil superior, superando el promedio y desviación estándar. La Tabla III muestra un resumen de estos resultados.

TABLA III. Resultados del PMME en relación al curso FG1.

	2007		2008	
Nº Est. FG1	1454		1233	
Nº Est. Ingresantes	900	100%	729	100%
Correlación HDI/FG1	0,5455		0,5512	
Nº Est. PMME	102	11 %	80	11 %
Ingresantes en PMME	87	10%	61	8%
FG1 ≥ promedio/grupo	59	68%	48	79%
FG1 ≥ prom+desv.est	21	24%	18	30%

El segundo parámetro a tener en cuenta, está relacionado con la evolución de los estudiantes en la Facultad de Ingeniería, al cabo de dos años de estudio. En tal sentido se ha medido el índice de avance como el cociente entre el número de créditos obtenidos y el número de créditos aspirados (a través de la matriculación en los diferentes cursos).

La Fig.3 muestra que los estudiantes que participaron del proyecto no tienen un comportamiento sustancialmente diferente a los estudiantes que ingresaron ese año.

Como forma de comparar los logros académicos de unos u otros, se ajustó una función logística, de acuerdo al Resultado Global de la HDI normalizado, dado que existe una correlación relativamente fuerte entre ambos parámetros (0,6613) y, pese a la alta dispersión de datos, es de esperar que la HDI tenga capacidad de predecir, como se señalaba en la sección II.

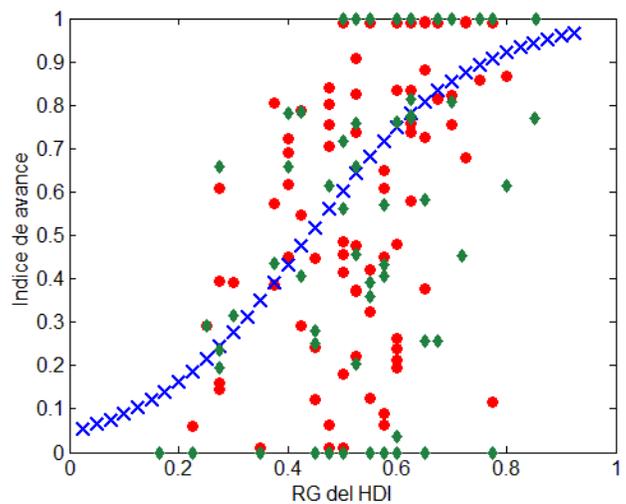


FIGURA 3. Índice de avance, al cabo de dos años, de los estudiantes que participaron del PMME (círculos: 2007, diamante: 2008), en relación al índice de avance de todos los estudiantes de la generación ingresante (cruces), ajustado de acuerdo a una función logística.

De tal análisis se desprende que sólo el 37% de los estudiantes que participaron en el PMME, tiene un índice de avance superior a la media correspondiente a toda la población con el mismo Resultados Global de la HDI normalizado y por lo tanto, no puede concluirse que la participación en el proyecto haya mejorado su rendimiento académico, también, a mediano plazo.

V. CONCLUSIONES

Algunos autores [15] señalan que existen muchas diferencias entre indagar y aprender, indicando que el aprendizaje fuertemente guiado es el más adecuado para que los estudiantes novatos adquieran conocimientos, dado que los problemas basados en investigación tienen grandes demandas de memoria y esas demandas no contribuyen a la acumulación del conocimiento en la memoria de largo plazo. Sin embargo, el análisis cualitativo que estudiantes y docentes hicieron de este proyecto, indicaría que actividades en las que el estudiante indaga acerca de los alcances del modelo utilizado, combina diferentes herramientas para extraer información del problema y se encuentra con preguntas que requieren de una profundización para dar respuesta; en fin, encuentra resultados que para él eran inesperados y es una experiencia enriquecedora.

Cuantitativamente, la experiencia demostró que la mayoría de los estudiantes participantes obtuvo mejor calificación en el marco de la asignatura Física General 1, en la cual se inscribió el proyecto. Sin embargo, esos resultados no se mantuvieron en el mediano plazo, si nos basamos en el índice de avance de los estudiantes participantes luego de dos años en la carrera.

Ogilvie [13] denuncia que los estudiantes al inicio y final de un curso que incluye problemas multifacéticos y ricos en conceptos, no han abandonado el método "Rodolex" de encontrar ecuaciones que contengan el número de variables (conocidas y desconocidas) necesarias para dar respuesta. Es de esperar resultados similares en esta experiencia puntual, de corta duración.

Asimismo, entendemos que no se puede extender la misma metodología a todas las actividades prácticas del curso, dado que los contenidos no son un objetivo secundario en este caso de proceso de enseñanza-aprendizaje [16]. Sin embargo, es posible explicitar buenas estrategias de abordaje de los problemas, en el material de apoyo del curso, como se buscó lograr con la reformulación mencionada.

Como manifiestan los estudiantes, la experiencia sirvió principalmente para insertarlos social y académicamente en una institución que tiene una población ingresante de aproximadamente 1000 estudiantes, a la que es muy difícil de atender en actividades de tipo taller, con fuerte interacción entre los docentes y los estudiantes.

En un trabajo futuro analizaremos los materiales elaborados por los estudiantes, de qué forma ellos aportan al proceso de enseñanza y aprendizaje en el marco del mismo curso y en general, la influencia de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en estos procesos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por la Comisión Sectorial de Enseñanza de la Universidad de la República. Agradecemos a la Unidad de Enseñanza de la Facultad de Ingeniería su invaluable apoyo, en especial a su directora, Dra. Marina Míguez. Asimismo, agradecemos a los siguientes docentes que participaron en la elaboración del Proyecto: Daniel Bellón, Daniel Sosa y Nancy Peré y a los docentes que participaron de su instrumentación: Rodrigo Alonso, Guzmán Hernández, Santiago Ibáñez, Juan Ignacio Molinelli y Diego Oroño.

REFERENCIAS

- [1] Becerra-Labra, C., Gras-Martí, A., Martínez-Torregosa, J., *¿De verdad se enseña a resolver problemas en el primer curso de física universitaria? La resolución de problemas de "lápiz y papel" en cuestión*, Revista Brasileira de Ensino de Física **27**, 299-308 (2005).
- [2] Feltovich, P. J., Prietula, M., J., Ericsson, K.A., *Studies of Expertise from Psychological Perspectives*, Chapter 2.1, *Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance*, K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), (Cambridge University Press, New York, 2006).
- [3] Gagné, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W., *Principles of instructional design (4th ed.)*, (Holt, Rinehart and Winston, New York (1992).
- [4] Aparicio, J. J., *Enseñan a aprender: el adiestramiento de tácticas y estrategias de aprendizaje*, en Cuadernos del ICE **12**, (p. 78-82). *El papel de la psicología del aprendizaje en la formación inicial del profesorado*, M. Rodríguez Moneo (Ed.), (Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, 1995).
- [6] Hartman, H. J., *Developing Students' Metacognitive Knowledge and Strategies*, in H. J. Hartman (Ed.) *Metacognition in Learning and Instruction: Theory, Research, and Practice.*, (Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 2001), pp. 33-68.
- [7] Mc Donald, C. S., *Fomenting Metacognitive Skills through Cooperative Learning in a Scientific Concept-Learning Task using Hypermedia*, http://www.hiceducation.org/Edu_Proceedings/Chanchai%20S%20McDonald.pdf, consultado el 12 de mayo de 2010.
- [8] Dillenbourg, P., In P. Dillenbourg (Ed), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (Elsevier, Oxford, 1999), pp. 1-19.
- [9] Concarì, S. B. & Giorgi, S. M., *Los problemas resueltos en textos universitarios de Física*. Enseñanza de las Ciencias **18**, 381-390 (2000).
- [10] Míguez, M., Crisci, C.; Curione, K.; Loureiro, S. & Otegui, X., *Herramienta Diagnóstica al Ingreso a Facultad de Ingeniería: motivación, estrategias de aprendizaje y conocimientos disciplinares*, http://www.fing.edu.uy/uni_ens/arts_uefi.htm, consultado el 29 de marzo de 2011.

ANEXO 1

Encuesta a los Estudiantes.

Proyecto: PMME.

Física General 1

Puedes elegir varios ítems en cada pregunta, siempre que no sean contradictorios.

- [11] Kahan, S., Blanco, E., Curione, K., Miguez M., *Explorando los errores conceptuales de ingresantes a la Facultad de Ingeniería*, Revista Brasileira de Ensino de Física **30**, 4401 (2008).
- [12] Leonard, W. J., Gerace, W. J., Dufresne, R. J., *Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y el razonamiento el foco de la física*, Enseñanza de las Ciencias **20**, 387-400 (2002).
- [13] Ogilvie, C. A., *Changes in students' problem-solving strategies in a course that includes context-rich, multifaceted problems*, Phys. Rev. ST Physics Ed. Research **5**, 020102 (2009).
- [14] Proyecto PMME, Física General 1, Facultad de Ingeniería, universidad de la República Oriental del Uruguay: <<http://www.fing.edu.uy/if/cursos/fis1/pmme/>> , consultado el 29 de marzo de 2011.
- [15] Kirchner, P. A., Sweller, J., Clarck, R. E., *Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching*, Educational Psychologist **41**, 75-86 (2006).
- [16] Laburú, C. E., de Mello Arruda, S., *Reflexões críticas sobre as estratégias instrucionais constructivistas na educação científica*, Revista Brasileira de Ensino de Física **24**, 477-488 (2002).

- 1) En el curso de FG1, ¿te fue peor o mejor de lo que vos esperabas?
 - a) Mucho peor.
 - b) Peor.
 - c) Igual.
 - d) Mejor.
 - e) Mucho mejor.

 - 2) El proyecto, ¿te ayudó a aprender mejor la asignatura? Compáralo con otras asignaturas que estés cursando.
 - a) No, sólo participé para obtener puntos extra en el curso.
 - b) No, sólo participé porque se inscribieron mis amigos.
 - c) Sólo participé para hacer material multimedia.
 - d) Sí, porque estudié un tema, en detalle.
 - e) Sí, porque aprendí cómo se debe estudiar la asignatura.

 - 3) ¿Cuánto tiempo (en promedio) le dedicaste al proyecto? No incluyas las clases de consulta.
 - a) Un par de horas por semana.
 - b) Una tarde por semana.
 - c) Dos tardes por semana.
 - d) Todas las tardes de la última semana.
 - e) Todas las tardes, mientras duró el proyecto.

 - 4) ¿Qué te interesó más de la actividad?
 - a) Publicar un trabajo tuyo en la WEB del curso.
 - b) Aprender a usar programas que no habías usado antes.
 - c) Aprender física a través de un problema concreto.
 - d) Participar de un grupo de trabajo.
 - e) Ayudar a otros compañeros a estudiar con el material elaborado.

 - 5) ¿Recomendarías a un amigo participar del proyecto?
 - a) Sí, porque me parecen útiles para aprender.
 - b) No, porque lleva mucho tiempo.
 - c) Sí, porque hay buena onda con los profesores.
 - d) Sí, porque dan puntos extra.
 - e) No, porque dan pocos puntos extra.

 - 5) En este espacio puedes escribir lo que crees que podemos mejorar en el proyecto
-

ANEXO 2
Tarea a realizar (ejemplo).

Proyecto:
Participación Estudiantil en la Elaboración de Material Multimedia

Tema:
Dinámica de la partícula - Movimiento circular en un círculo vertical.

Objetivo:
Observar cómo son las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

Metodología:

- i. Resolver el siguiente problema: un pasajero en una Rueda Gigante se mueve con rapidez constante. Suponiendo que su asiento permanece siempre horizontal, deduzca expresiones para la fuerza que se ejerce sobre el pasajero a lo largo del recorrido. ¿Existe algún valor de velocidad y posición del pasajero en la rueda que requiera cinturón de seguridad?
- ii. Ideas para desarrollar:
 - a. Diagrama de fuerza para diferentes ángulos del recorrido..
 - b. Expresión analítica de las componentes vertical y horizontal de la fuerza.

Resultado: El producto final a entregar será una presentación Power Point, la cual describirá los procesos realizados para cumplir con el objetivo; deberá incluir una solución analítica lo más completa posible así como también la presentación de resultados para diferentes valores de los parámetros. Se recomienda al grupo de trabajo consultar el reglamento sobre las presentaciones Power Point disponible en la página web del curso <http://www.fing.edu.uy/iff/cursos/fis1/2004/pmme/>

Esta presentación deberá ser acompañada por un informe técnico sobre la experiencia realizada Se recomienda al grupo de trabajo consultar el reglamento sobre los informes técnicos disponible en la página web del curso <http://www.fing.edu.uy/iff/cursos/fis1/2004/pmme/>

Plazo: El grupo de trabajo dispondrá de 20 días para la preparación y presentación del trabajo final en las modalidades que se especifican en el punto anterior. Consultar cronograma.

Fecha de presentación: Última semana de abril (día y hora de la clase de consulta)