

## CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACION EN LINEA SOBRE LOS TEOREMAS DE STOKES Y DE GAUSS EN MATEMATICA B

Bertero, Fernanda - Di Domenicantonio, Rossana – Sorichetti, Carlos D.

(a) [fernanda.bertero@ing.unlp.edu.ar](mailto:fernanda.bertero@ing.unlp.edu.ar), [rossanadido@ing.unlp.edu.ar](mailto:rossanadido@ing.unlp.edu.ar), [carlossorichetti@gmail.com](mailto:carlossorichetti@gmail.com)

(b) Docentes de la Cátedra de Matemática B de la Facultad de Ingeniería de la UNLP

Palabras clave: autoevaluación – cuestionarios – Moodle - matemática – teoremas

### 1-Introducción

Matemática B es una materia del segundo semestre del primer año del plan de estudios de todas las carreras que se dictan en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. El contenido del curso comprende, en forma sintética, el cálculo integral y vectorial en una y varias variables, ecuaciones diferenciales de primer orden y series numéricas. El régimen de cursada consiste en doce horas semanales distribuidas en tres días donde el alumno aborda los contenidos con una metodología teórico práctica. El material de estudio confeccionado por los titulares de la cátedra<sup>1</sup> y los materiales didácticos disponibles<sup>2</sup> promueve este tipo de clases. La disposición de las mesas en aulas planas y los recursos disponibles en las mismas favorecen las clases participativas y colaborativas entre alumnos y docentes.

En el año 2010 se incorporó la plataforma educativa Moodle como extensión virtual del aula presencial ofreciendo a los alumnos una vía de comunicación, información y ejercitación adicional al material de la cátedra. En el año 2012 se implementó la actividad de cuestionarios, que se describe en este trabajo, como una forma diferente de fomentar el interés y el compromiso de los alumnos con el aprendizaje. Según Hargraves (1998), “Es necesario que profesores e investigadores universitarios inicien y revisen practicas nuevas y descubran como pueden, con estilos flexibles de enseñanza, dar voz a todos los alumnos de una clase”.

Dada las dificultades que suelen presentarse a los alumnos en la comprensión y uso de los Teoremas de Stokes y de Gauss y con el fin de implementar estrategias motivadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje que contribuyan al afianzamiento de estos conceptos, se decidió diseñar cuestionarios de autoevaluación en línea sobre los Teoremas mediante la plataforma educativa Moodle.

La utilización de las Tic contribuye a crear escenarios de aprendizaje para mediar el desarrollo de habilidades con un enfoque centrado en el alumno, un aprendizaje flexible en tiempo y espacio y considerar necesidades tanto individuales como sociales, promoviendo una fluida interacción en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Como señala Salinas (2004) “Para adaptarse a las necesidades de la sociedad actual, las instituciones de educación superior deben flexibilizarse y desarrollar vías de integración de las tecnologías de la información y la comunicación en los procesos de formación”.

---

<sup>1</sup> Acosta J.P., Vacchino MC., Gómez V., Guía teórico-práctica de Matemática B, CEILP, 2008

<http://www.ing.unlp.edu.ar/fismat/imapec/web/material.htm>

<sup>2</sup> Costa & Di Domenicantonio, Talleres de Matemática B (CD), CEILP, 2008

<http://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/F0302/>

La actividad Cuestionario del Moodle es una herramienta que permite explorar nuevas estrategias motivadoras para contribuir a la evaluación formativa de los alumnos complementaria a la tradicional prueba escrita. Las características actuales de los alumnos (como su familiaridad, habilidad y adaptabilidad en el manejo de las tecnologías de la información y la comunicación), junto con nuestra experiencia docente, nos llevan a pensar en cambios y renovación de las prácticas educativas que nos permitan contemplar, por ejemplo, el carácter heterogéneo del grupo de alumnos, la existencia de distintos estilos y tiempos de aprendizajes, al mismo tiempo que promover el desarrollo de destrezas transversales (resolución de problemas, pensamiento crítico, creación de relaciones entre materias).

Se presenta en este trabajo la descripción de la experiencia, sus objetivos, los resultados y opinión de los alumnos sobre la actividad y por último, se hace una reflexión sobre la contribución y utilidad de los cuestionarios en línea al aprendizaje de estos importantes conceptos de la materia y a la evaluación formativa de los alumnos.

## 2-Objetivos del trabajo

Como señalan Pozo y Monereo (2009): "De hecho, la única forma de evaluar realmente la comprensión es "ir más allá de lo aprendido" y pedir a los alumnos que usen sus conocimientos para afrontar una pregunta o situación nueva. Y eso nos lleva al segundo rasgo del buen aprendizaje, la capacidad de transferir el conocimiento a nuevas situaciones y contextos.". De modo que, basándonos en nuestra experiencia docente en la materia, se propuso desarrollar un recurso didáctico que permitiera a los alumnos otra forma diferente e innovadora de tener una medida de los conocimientos adquiridos, del avance en el estudio del tema y tener la posibilidad de reforzar los conceptos durante el período de repaso previo al examen escrito.

Los objetivos principales de la utilización de estos cuestionarios se pueden resumir en los siguientes aspectos:

- Introducir a los alumnos en la utilización de actividades autónomas de enseñanza y aprendizaje.
- Disponer de evaluaciones formativas en línea que permitan a los alumnos, mediante una realimentación inmediata, tener una medida de los conocimientos y habilidades adquiridos durante el proceso de aprendizaje y poder detectar y corregir errores, tanto de concepto como de cálculo, en la resolución de los cuestionarios.
- Establecer un registro de los resultados obtenidos por los alumnos que permitan a los docentes del curso un análisis y evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje determinando las dificultades de orden conceptual, de cálculo y de interpretación gráfica que se presentan en la resolución de los cuestionarios.
- Incluir actividades de evaluación conceptual que promuevan la comprensión y la revisión de los conceptos involucrados y su relación con temas vistos previamente en la materia.
- Promover mediante visualizaciones gráficas relaciones conceptuales que contribuyan a la comprensión de los temas involucrados en los cuestionarios.
- Presentación de ejercitación adicional, voluntaria y opcional, de un modo no tradicional, utilizando las potencialidades de la interactividad de la plataforma.
- Motivar el estudio y la ejercitación de los alumnos en aquellos temas en los que suelen tener más dificultades.

- Estimular el intercambio entre los alumnos y los docentes promoviendo la reflexión ante las respuestas incorrectas mediante las sugerencias y observaciones orientadoras recibidas como retroalimentación del cuestionario.

### 3- Desarrollo de la experiencia

Durante el segundo semestre de 2012<sup>3</sup> se decidió incorporar a un curso de Matemática B<sup>4</sup> un cuestionario de autoevaluación en línea referido a los Teoremas de Stokes y de Gauss y a los conceptos de rotor y divergencia que se preparó y diseñó con los objetivos antes expuestos.

La descripción y los resultados de esa primera experiencia fueron presentados en las Segundas Jornadas de Moodle de la Facultad de Ingeniería.<sup>5</sup> Se menciona, de forma sintética, que se propuso a los alumnos la realización voluntaria del cuestionario formado por cuatro preguntas generadas al azar, una por cada categoría de las cuatro creadas inicialmente: Rotor, Divergencia, Teorema de Stokes y Teorema de Gauss. No se estableció limitación en el número de intentos por alumno y se dispuso en línea para que los alumnos pudieran utilizarlo en el periodo de repaso de estos conceptos.

Durante el segundo semestre de 2013 se decidió continuar con esta experiencia e introducir, de acuerdo a lo propuesto en el mencionado trabajo, cambios y mejoras en la implementación de la misma. Se detallan las siguientes tareas realizadas:

- Se revisaron y corrigieron las preguntas, respuestas y retroalimentación existentes.
- Se aumentó el banco de preguntas incorporando nuevos ejercicios a las cuatro categorías ya existentes. Sobre el Teorema de Gauss se incrementó de 8 a 33 preguntas, de 8 a 30 para el Teorema de Stokes, sobre el Rotor de 5 a 35 y acerca de la divergencia se pasó de 4 a 30.
- Además se agregó al banco de preguntas una nueva categoría referida a integrales de superficie (área de una superficie, integral de superficie de un campo escalar y flujo de un campo vectorial) con 30 preguntas, de modo de complementar la ejercitación con conceptos necesarios para la correcta comprensión y aplicación de los teoremas de Stokes y de Gauss.
- Además de preguntas de tipo verdadero-falso y elección múltiple se incorporaron preguntas de respuesta corta y de tipo numérico.
- En cada cuestionario que el alumno responde (que se denomina intento, Fig.1) se incrementó el número de preguntas generadas al azar de cuatro a cinco, una por cada categoría.
- Se le asignó un valor numérico a cada pregunta de modo que en cada intento finalizado por el alumno se obtuviera automáticamente una calificación total entre cero y diez puntos (Fig.2).

El diseño y elaboración de las preguntas, así como la realimentación de las respuestas, fue pensado, de acuerdo a nuestra experiencia docente, teniendo en cuenta las dificultades más frecuentes de comprensión, de aplicación y de cálculo de los conceptos

<sup>3</sup> Las experiencias (2012 y 2013) relatadas corresponden a cursos de dictado de la materia según planes de estudio (no son cursos de redictado)

<sup>4</sup> El grupo de alumnos que participo de la experiencia en 2012 y en 2013 correspondió a Ing Industrial

<sup>5</sup> <http://www.jornadas.ing.unlp.edu.ar/jornadas/mod/resource/view.php?id=13>

involucrados y con el objetivo de afianzarlos con una práctica voluntaria y accesible cuando el alumno lo considere conveniente para su repaso.

Como señala Barberá (2006): “No se trata de formular preguntas casuales o aquellas que nos vienen a la cabeza en un momento determinado sino que es necesaria una planificación de competencias evaluadas”.

A modo de ejemplo, mencionemos que se desarrollaron ejercicios que tienen en cuenta algunos de los errores más frecuentes de concepto en la materia como considerar la divergencia de un campo vectorial como un vector, aplicar el Teorema de Gauss para calcular un flujo cuando la superficie no es cerrada u otras.

Los comentarios o sugerencias que reciben los alumnos, cuando la respuesta es incorrecta, tienen por objetivo orientarlos en la identificación del error o remarcar el concepto involucrado, sin darles la respuesta correcta, para que ellos revisen el concepto y vuelvan a realizar el ejercicio, de modo que la evaluación proporcione oportunidades para aprender, mejorar su rendimiento y profundizar en la aplicación de los Teoremas.

A modo de ejemplo de realimentación se menciona la indicación de “revisar el dominio del campo vectorial”, para una aplicación incorrecta del Teorema de Stokes al calcular la circulación de un campo vectorial que no esté definido a lo largo de un eje coordenado. Un ejemplo de realimentación para reforzar conceptos es indicar al alumno que “la divergencia es un campo escalar” cuando optó por responder con un vector en el cálculo de una divergencia.

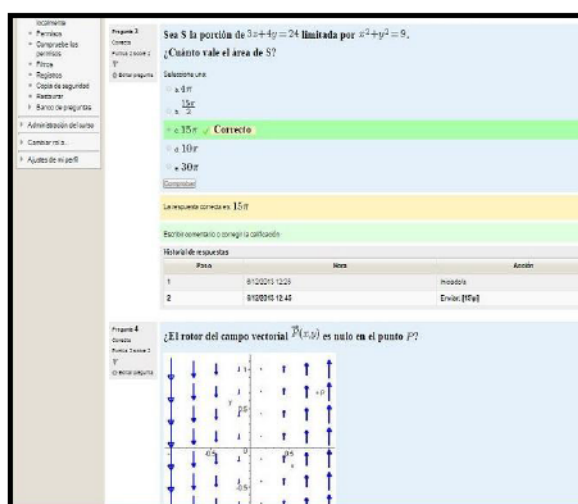


Fig.1: Ejemplo de un intento realizado por un alumno

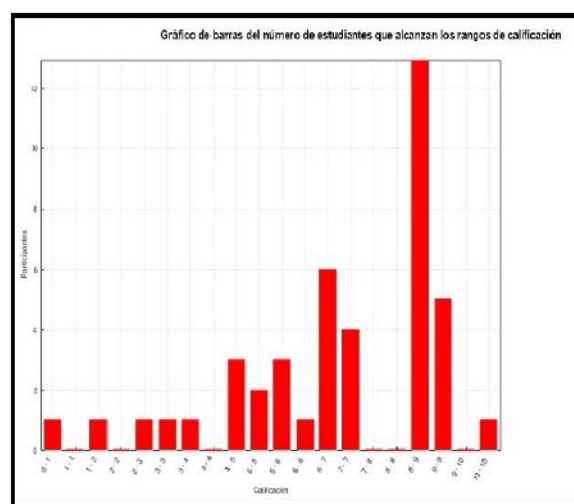


Fig.2: Grafico de las calificaciones de los alumnos

Al mismo tiempo, en el segundo año que se utilizó este recurso didáctico con los alumnos, se decidió introducir una nueva propuesta motivadora para su realización. Manteniendo el carácter optativo de la actividad, se propuso a los alumnos que aquellos que obtuvieran un promedio de ocho puntos realizando de tres a cinco intentos, se les sumaría 0,5 puntos al puntaje del *parcial aprobado*.

El cuestionario se habilitó a disposición de los alumnos una semana antes del segundo parcial y hasta una hora antes del comienzo del mismo, de modo que los alumnos lo pudieran utilizar como repaso y ejercitación de los conceptos involucrados y les permitiera detectar y corregir errores de concepto y de cálculo. Se estableció una duración máxima de una hora para cada intento y un número máximo de cinco intentos por alumno.

#### 4- Análisis de resultados

Durante el año 2012, cuando el número de intentos por alumnos no estaba limitado, participaron de manera voluntaria 24 de los 58 alumnos (41,4 % del curso) realizando 73 intentos en total. Con la nueva modalidad propuesta en el 2013 se logró un aumento considerable (Fig. 3) de la participación de los alumnos al participar 42 de los 72 del curso (58,3 %) que realizaron 121 intentos.



En el año 2013 la actividad fue realizada y aprobada (con nota mayor o igual a 8) por 19 alumnos, de los cuales uno obtuvo 10 puntos, 5 alumnos obtuvieron 8,7 puntos y 13 obtuvieron 8 puntos en promedio.

Se destaca, como se puede observar de la figura 4, que de los 19 alumnos que aprobaron la actividad<sup>6</sup> de los cuestionarios la gran mayoría promocionó la materia.

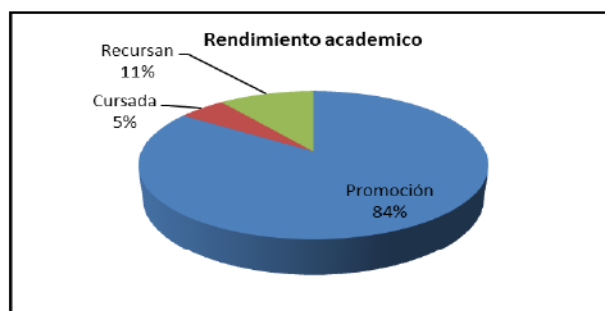


Fig.4: Rendimiento de los alumnos que aprobaron el cuestionario

La experiencia de implementar cuestionarios de autoevaluación en línea también fue realizada en el año 2014. No se incluyen los datos correspondientes ya que al momento de escribir el presente trabajo se encuentran en proceso de análisis y evaluación.

#### Análisis de las opiniones de los alumnos

A través del Moodle se habilitó una encuesta anónima y voluntaria para obtener la opinión de los alumnos sobre el curso en general y la actividad de los cuestionarios en línea en particular, con el fin de valorar sus sugerencias y críticas para planificar y mejorar futuras implementaciones.

Se pudo observar en la encuesta que un gran número de alumnos (82.76 %) considera que la realización de los cuestionarios contribuyó a mejorar la comprensión de los temas involucrados. Comparando con el porcentaje (37,50%) que había respondido sobre este mismo ítem en el curso de 2012 se evidencia una notoria mejoría.

En referencia a la utilidad del feedback inmediato que recibe el alumno que responde incorrectamente una pregunta, se observó que la mayoría (65.52 %) consideró que las mismas lo ayudaron a comprender cuál era la respuesta correcta. El porcentaje de este mismo ítem fue del 50% en la encuesta del 2012.

<sup>6</sup> Cuando los alumnos alcanzaban el promedio establecido informaban a los docentes, quienes corroboraban en el registro de la plataforma para dar por aprobada la actividad.

Al final de la encuesta se invitó a los alumnos a realizar sugerencias o comentarios de los cuestionarios. Es importante poner de manifiesto algunos comentarios recibidos que manifiestan tanto aspectos positivos como negativos de la herramienta:

- ✓ *“Aunque sirvió como repaso para ver los puntos flojos y afianzar los no tan flojos para cuando nos encontremos frente al parcial, genera además un repaso teórico que por lo general no se realiza si solo se practica haciendo parciales de años anteriores”*
- ✓ *“...me gustaría que al contestar incorrectamente, la explicación sea mas desarrollada. Igualmente el cuestionario fue muy útil en el momento de saber si comprendía bien los temas dictados”*
- ✓ *“Me gustaría agregar que me resultaron muy útiles, ya que se hacen en la semana de consulta y ayudan mucho para repasar todo lo que se dio durante la cursada”*

Se notó en las encuestas de ambos años que a una gran mayoría de los alumnos les resultó una propuesta didáctica muy útil.

Aunque las opiniones aportadas por los alumnos no son la única fuente de información, para determinar la continuidad de la experiencia, constituyen una importante guía para diseñar mejoras y evaluar la motivación de los alumnos que utilizaron la herramienta.

## 5- Conclusiones

Consideramos, a partir de los resultados obtenidos, la participación de los alumnos y las opiniones favorables de los mismos, que la actividad Cuestionario del Moodle ofrece una herramienta útil y válida para desarrollar estrategias motivadoras que le permitan al alumno disponer de una forma de autoevaluación dinámica, autónoma y que mediante la interactividad y retroalimentación le permita revisar, reforzar conceptos y detectar errores previos a la prueba escrita, a modo de orientación en su aprendizaje.

Por otra parte, se pudo comprobar que la realización de esta actividad incrementa el intercambio y la colaboración entre los alumnos y los docentes, como así también la motivación de los alumnos. Como señala Barberá (2006): “la evaluación no es solamente evaluación del aprendizaje sino que es también evaluación para el aprendizaje. En la evaluación para el aprendizaje el eje motor principal es la retroalimentación y el aprovechamiento que de ésta realizan los alumnos y los mismos profesores”.

Es importante señalar que si bien el envío de la respuesta de cada intento es individual, se considera, por consultas y preguntas formuladas por los alumnos en clase, que la realización de los cuestionarios, en algunos casos, pudo haber sido realizada en grupo; hecho que no se considera negativo, sino por el contrario, como un factor más que contribuye, mediante las respuestas y la realimentación instantánea, a motivar el debate y la reflexión sobre los conceptos de estudio, contribuyendo de este modo al aprendizaje colaborativo y participativo entre los alumnos.

Como trabajo a futuro se propone realizar la revisión y adaptación de los cuestionarios a partir de los índices estadísticos (análisis de ítems) que el entorno Moodle ofrece con la finalidad de mejorar la fiabilidad del recurso y la eficiencia del mismo; así como también desarrollar cuestionarios sobre otros temas de la materia.

Se concluye que la utilización de los cuestionarios de autoevaluación en línea pueden ser una herramienta útil en el proceso de enseñanza y aprendizaje y contribuir de modo enriquecedor a desarrollar los dos rasgos esenciales del *aprendizaje constructivo* como señalan Pozo y Pérez Echeverría (2009): “a) orientar el aprendizaje hacia la comprensión,

en vez de promover la mera repetición de lo aprendido; y b) fomentar un uso estratégico o competente de los conocimientos adquiridos de forma que permitan afrontar la solución de problemas o tareas realmente nuevas, en vez de limitarse a aplicar esos conocimientos de modo rutinario a ejercicios ya conocidos”.

Los autores agradecen a la Profesora Titular de la Cátedra Matemática B, Lic. Viviana Gómez, por haber facilitado la posibilidad de realizar esta experiencia.

## 6-Bibliografía

- ✓ Barberà, E. (2006). “Aportaciones de la tecnología a la e-Evaluación”. RED, Revista de Educación a Distancia, consultado en <http://www.um.es/ead/red/M6>
- ✓ Blanco, Mónica; Ginovart, Marta (2012). “Los cuestionarios del entorno Moodle: su contribución a la evaluación virtual formativa de los alumnos de matemáticas de primer año de las titulaciones de Ingeniería”. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). vol. 9, n.º 1, págs. 166-183 UoC. ISSN 1698-580X <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v9n1-blanco-ginovart/v9n1-blanco-ginovart>
- ✓ Camilloni, A. et al. (1998) “La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo”. Buenos Aires, Paidós Educador.
- ✓ La utilización de la plataforma Moodle como extensión del aula presencial en un curso de Matemática B, Di Domenicantonio, Rossana – Sorichetti, Carlos D. XVII EMCI Nacional y IX Internacional, UTN Regional Bs As, Octubre de 2012. ISBN: 978-987-27897-9-4.
- ✓ Lara Fuillerat, J. M., (2009) “Moodle. Manual de referencia para el profesorado” (versión1.9).
- ✓ Hargreaves, Andy (1998). “Paradojas del cambio: La renovación de la escuela en la Era Postmoderna”, Kikiriki. Cooperación educativa, ISSN 1133-0589, N° 49, 1998 (Ejemplar dedicado a: Postmodernismo y educación), págs. 16-24
- ✓ Pozo, J.L y Pérez Echeverría, M. del P. (2009) “Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias”. Ediciones Morata, Madrid. ISBN: 978-84-7112-598-9, Capítulo primero página 26 y Capítulo 2 página 31.
- ✓ Rodríguez Conde, María José (2005). “Aplicación de las Tic a la evaluación de los alumnos universitarios. Consultado en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=201021055002>
- ✓ SALINAS, Jesús (2004). "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria". Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC). UOC. Vol. 1, nº 1, <http://www.uoc.edu/rusc/dt/esp/salinas1104.pdf>