

Proyecto Educativo Innovador



Universidad Veracruzana

Facultad de Matemáticas

Licenciatura en Matemáticas

Región Xalapa

Generación Automática de Reactivos para las Experiencias Educativas Relacionadas con el Cálculo para el Entorno Virtual Moodle

Autores:

Luis Alfredo Dupont García No. Per.

Raquel Rufino López Martínez No. Per.

Evodio Muñoz Aguirre No. Per.

Víctor Pérez García No. Per.

Armando Sánchez Nungaray No. Per.

Fecha de elaboración: 17 Agosto de 2020

Fecha de conclusión del proyecto: 31 Enero de 2021



Índice

1 Datos de la Experiencia Educativa.....	3
2 Resumen.....	3
3 Desarrollo.....	4
3.1 Justificación del proyecto.....	4
3.2 Definición de los alcances del proyecto.....	6
3.3 Descripción de la innovación educativa.....	6
3.4 Medios y recursos para la implementación.....	7
4 Resultados y conclusiones.....	8
5 Propuesta de mejora.....	11
9 Referencias Bibliográficas.....	12

1 Datos de la Experiencia Educativa

Experiencia Educativa: Cálculo Integral en una Variable

Academia de Análisis

Área de Formación Básica de Iniciación a la Disciplina (AFID)

Unidad de competencia: Teórico y aplicativo.

Carácter Obligatorio

2 Resumen

Palabras clave: Generación automática de reactivos, evaluación automatizada, Moodle.

Las nuevas tecnologías tienen cada vez una participación más importante en la educación. Esto se puede ver hoy en día en todos los niveles, desde los primeros años de la educación básica hasta la universidad. En el caso específico de la universidad, la gestión de cursos, de material y el seguimiento del desempeño de los estudiantes es cada vez más recurrente el uso de ambientes virtuales. La situación actual, con la pandemia causada por el virus Covid-19, ha acelerado de manera vertiginosa este proceso y ha forzado a cambiar en cuestión de semanas, y sin una preparación adecuada en muchos casos, la forma como realizamos nuestra labor docente.

Una de las áreas en las que más se ha notado la falta de preparación es la evaluación de los alumnos. El modelo pre-pandemia permitió a la impartición de clases tener una migración, que si bien necesitó adaptaciones, que se pueden (Hernández, 2007) considerar exitosas, usando medios como videoconferencias en plataformas como Zoom o Google Meet. En cuestión de evaluaciones, no se ha desarrollado de igual forma, ya que no se cuenta en muchos casos con métodos que puedan ser migrados de manera fluida del modelo presencial al remoto y que no conlleven inversiones elevadas de recursos, así como también de un excesivo trabajo docente.

Este problema, al menos en el caso de las asignatura de matemáticas parece pasar por una cercana colaboración entre diversas áreas para crear una metodología que asegure una evaluación que refleje el cumplimiento de los objetivos trazados en la materia, que sea incluyente con respecto a la totalidad de los estudiantes, que sea justa para todos los participantes y que no presente para los docentes un desafío fuera de su alcance comprometiendo la calidad de las muchas otras actividades que tienen que realizar.

El objetivo general de este proyecto es desarrollar una plataforma de evaluación para cursos de matemáticas a través de la generación automática de problemas para el entorno virtual Moodle, con la finalidad de generar evaluaciones personalizadas para los estudiantes universitarios. En primer instancia comenzaremos con la experiencia educativa de **Cálculo Integral en una Variable** para la Facultad de Matemáticas, pero pueden ser extendidas a otras EE de matemáticas de otras facultades o de ingenierías. Esta plataforma debe ser fácil de usar para los profesores, tener una amplia variedad de problemas y sobre todo ser de fácil acceso para los estudiantes mediante cualquier dispositivo con mínimos requerimientos tecnológicos.

3 Desarrollo

3.1 Justificación del proyecto

La tecnología principalmente audiovisual e interactiva ha entrado en la educación hace ya algún tiempo. Tenemos diferentes ejemplos de plataformas educativas con una interfaz amigable para los estudiantes ya sea complemente audiovisual como *Khan Academy*, *Video Math tutor*, *Numberphile* en *YouTube* o algunas otras financiadas principalmente por compañías editoriales. Las primeras encargadas principalmente de la impartición de material docente, las segundas contienen algunas opciones donde existe la posibilidad de contar con herramientas de evaluación. En (José M. López, Eva Romero y Eva Roper, 2100), los autores concluyen que la plataforma virtual Moodle incluye herramientas útiles para el desarrollo de competencias de los alumnos y que el uso de estas herramientas enriquece las

asignaturas tanto dentro como fuera del aula, permitiendo al alumno el desarrollo de competencias específicas y generales.

Por otro lado, en (Hernández, 2007) el autor expone la necesidad de la elaboración de cuestionarios autoevaluables y los resultados más interesantes de su uso en un aula TIC. Asimismo, se describe la conectividad de estos cuestionarios con Moodle, pero los conocidos a los que se enfoca son relativamente básicos.

Estas iniciativas sin embargo, presentan varios problemas que no han permitido su completa irrupción en el ambiente universitario al menos en México y en general en América Latina. En la Universidad Veracruzana ya se han hecho esfuerzos respecto a las evaluaciones vía Moodle para Experiencias Educativas del área de Idiomas, en particular el Inglés, (José Fernando Castillo, María Roxana Rivera Ochoa, Miriam Lizbeth Hernández Pérez, Jorge Martínez Cortés y Isaí Alí Guevara Bazán, 2016) donde se analiza el ahorro de recursos materiales y humanos que proporcionan este tipo de evaluaciones. En (Gibelli, 2015), la autora muestra el uso de auto-evaluaciones vía la herramienta Moodle, pero los ejercicios son relativamente sencillos y además no tiene una metodología de generación autónoma de los mismos.

Diversas iniciativas por democratizar el acceso a las plataformas de gestión de aprendizaje han surgido recientemente, quizás la más consolidada sea al día de hoy Moodle. Esta plataforma cuenta con presencia en prácticamente todo el mundo, su formato *open source* permite la adaptación tanto de su apariencia como sus herramientas a las necesidades de cada institución. Esta plataforma permite la gestión de grupos de clase, y en lo que interesa especialmente a este proyecto, permite la gestión de tareas y exámenes de alumnos.

En este proyecto se desarrolla una plataforma de evaluación para cursos de matemáticas a través de la generación automática de problemas para Moodle, con la finalidad de generar evaluaciones personalizadas. En esta primer fase comenzaremos con la experiencia educativa de **Cálculo Integral en una Variable** para la Facultad de Matemáticas,

pero pueden ser extendidas a otras EE de matemáticas de otras facultades o de ingenierías de otras universidades.

3.2 Definición de los alcances del proyecto

En las experiencias educativas de las matemáticas, como en muchas otras, uno de los problemas principales al que todo docente se enfrenta es la elección de actividades adecuadas que evalúen de manera conveniente el aprendizaje de los alumnos. Ante los desafíos que enfrentaremos se requiere la conformación de actividades de evaluación que satisfagan lo siguiente:

1. Una adecuada evaluación de los estudiantes, manteniendo una calidad y nivel de desafío acorde a las competencias a adquirir.
2. Que tomen en cuenta las limitaciones de los estudiantes y que busque una completa inclusión de ellos sin importar carencias económicas o tecnológicas.
3. Que no ocupe una cantidad de tiempo de los docentes desproporcionada, ya que esto afectaría la calidad de las otras áreas en donde debe actuar.
4. Que no represente para la institución gastos elevados de sus recursos.

3.3 Descripción de la innovación educativa

Se programó un generador de reactivos para el cálculo, usando los lenguajes de programación de PYTHON y MATLAB, con el fin de tener un amplio repositorio sin comprometer la calidad de los ejercicios.

Al tener una base suficientemente grande de ejercicios generados de manera algorítmica, se procederá a establecer una plataforma de fácil uso para los profesores con la función de permitir la aplicación de tareas o pruebas aportando a cada alumno una prueba diferente pero con problemas del mismo tipo, del mismo grado de dificultad y sin ninguna oportunidad

de caer en el problema actual donde algunos alumnos se ven tentados a memorizar ejercicios, esto se volvería imposible debido al número tan elevado de ejercicios.

3.4 Medios y recursos para la implementación

Se procedió a analizar los contenidos del curso Cálculo Integral en una Variable, para después hacer una selección de ejercicios adecuados para evaluar que los alumnos adquirieron las competencias requeridas. Se interactúa con profesores frente a grupo en la Facultad de Matemáticas para tener retroalimentación de los reactivos a generar. Esto nos permitirá tener ejercicios modelo para ser implementados mediante algoritmos para la plataforma Moodle, donde los reactivos generados deberán cumplir los siguiente:

1. Grado de dificultad similar.
2. Se debe generar el ejercicio con su respuesta correcta y al menos tres respuestas distractoras.
3. Las respuestas distractoras no deben ser fáciles de eliminar para cumplir su objetivo y además se basan en los errores comunes de los estudiantes.
4. Se tienen que generar para cada ejercicio modelo una amplia base de problemas para la plataforma Moodle, con lo que se conseguirá que la evaluación de cada estudiante sea personalizada.

Para esta parte, nos basamos para los contenidos de Calculo en (Apostol, 1996), (Spivak, 2012), (Thomas, 2015) y (Larson, 2010), en el uso adecuado de la plataforma Moodle utilizamos como referencias importantes (José M. López, Eva Romero y Eva Roper, 2100) y (Santamaría, 2016), finalmente para la cuestión algorítmica para programar la generación de problemas usamos PYTHON y MATLAB para lo cual recomendamos (Unpingco, 2016), (Vaingast, 2015) y (Matlab, 2020).

La plataforma usada fue el ambiente Moodle, una de las mayores herramientas de gestión de aprendizaje (LMS en inglés). Esta plataforma *open source* es ideal para dar acceso a los alumnos ya que tiene una interfaz que no requiere mucho más que un

ordenador o teléfono celular sin un gasto excesivo de datos. Esta plataforma permite a los profesores asignar trabajos o tareas de manera simple, el profesor simplemente elegiría algún tema a cubrir y la plataforma asignaría a los alumnos un conjunto de problemas de manera aleatoria cuidando que todos los estudiantes reciban ejercicios con un grado de dificultad semejante y evitando con esto un posible sesgo en los resultados. Aún más importante los ejercicios tendrán la opción de auto-corrección y esto ahorraría a los profesores tiempo y a la universidad recursos.

4 Resultados y conclusiones

Esta fase de prueba se lleva a cabo con la experiencia educativa de Cálculo Integral en una Variable de la Carrera de Matemáticas impartida en la Facultad de Matemáticas de la Universidad Veracruzana, del periodo septiembre 2020 – enero 2021, este grupo se conformó de 21 alumnos.

Se desarrollaron ejercicios para los distintos métodos de integración (por partes, sustitución trigonométrica, racionalización, cambio de variable), para cada una de estas técnicas se implementarán un ejercicio tipo con varios parámetros (donde los parámetros pueden ser funciones o números) y además con la respuesta correcta y al menos cuatro distractores relacionados. Con la consigna de que los ejercicios que le aparecerán a los alumnos en la plataforma sean del mismo nivel de dificultad operacional. En total se generaron 342 reactivos diferentes, divididos en 7 categorías distintas.

Preguntas Categorías Importar Exportar

Editar categorías

Categorías de pregunta para 'Curso: Calculo Integral'

- **Por defecto en CI (70)**
Categoría por defecto para preguntas compartidas en el contexto CI.
- **Fracciones Parciales (50)**
- **Integración con radicales tipo 1 (50)**
- **Integración con radicales tipo 2 (50)**
- **Integración por partes tipo 1 (50)**
- **Integración por partes tipo 3 (50)**
- **Integración sustitución trigonométrica (50)**
- **Integrales por partes tipo 2 (42)**

Aquí vemos una parte de los reactivos correspondientes a un tipo de ejercicios propuestos:

Moodle		Español - Internacional (es)		Administrador Usuario	
Pregunta		Acciones	Creado por	Última modificación por	
Nombre de la pregunta / ID number			Nombre / Apellido(s) / Fecha	Nombre / Apellido(s) / Fecha	
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 0	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{3x-1}{\sqrt{2x+1+2}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 1	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{-x-3}{\sqrt{1-3x-3}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 10	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{2x-2}{\sqrt{2x+1-2}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 11	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{2-2x}{\sqrt{1-x+3}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 12	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{3-x}{\sqrt{4x+1+2}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 13	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{4x-2}{\sqrt{2x+1+2}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 14	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{2x-1}{\sqrt{2x+1-3}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 15	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{4-x}{\sqrt{2x+1+2}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 16	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	
Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{-3x-2}{\sqrt{1-2x-3}}$					
<input type="checkbox"/>	Calcular integrales con radicales 17	Editar	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	Administrador Usuario 29 de noviembre de 2020, 20:43	

Por cada ejercicio, se han generado automáticamente sus opciones de respuestas (hay una correcta y 4 distractoras)

Pregunta **1**

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

Calcular la integral de la función $F(x) = \frac{2x^2+3x-3}{(x+1)^2(x+3)}$

Seleccione una:

- $\frac{2}{x+1} + \frac{1}{2} \log(-x-1) - 3 \log(x+1) + \frac{7}{2} \log(x+3)$
- $\frac{2}{x+1} + \frac{1}{2} \log(-x-1) + 2 \log(x+1) + \frac{5}{2} \log(x+3)$
- $2 \left(\frac{9}{2(x-2)} + \frac{35}{4} \log(x-4) - \frac{27}{4} \log(x-2) \right)$
- $\frac{2}{x+1} + \frac{1}{2} \log(-x-1) + \frac{3}{2} \log(x+3)$
- $\frac{2}{x+1} + \frac{1}{2} \log(-x-1) - \log(x+1) + \frac{11}{2} \log(x+3)$

La evaluación se llevó a cabo el jueves 17 de diciembre de 2020, en dicha evaluación participaron 19 de 21 alumnos.

Comenzado el	jueves, 17 de diciembre de 2020, 16:08
Estado	Finalizado
Finalizado en	jueves, 17 de diciembre de 2020, 23:19
Tiempo empleado	7 horas 11 minutos
Puntos	5,00/5,00
Calificación	10,00 de 10,00 (100%)

Pregunta 1
Correcta
Puntúa 1,00 sobre 1,00
Marcar pregunta
Editar pregunta

Calcular la integral de la función $F(x) = e^{-x}(-2x^2 - x - 2) - (3x^2 + 4x - 2)\sin(3x)$

Seleccione una:

- $\frac{1}{54}(3x(-8x^2 + 6(4x^2 - 3x - 3)\log(4x) + 9x + 18) + (-18x^2 + 36x + 58)\sin(3x) - 12(x - 1)\cos(3x))$
- $-e^{-x}(-2x^2 - 5x - 7) + \frac{1}{9}(9x^2 + 12x - 8)\cos(3x) + 3e^{-3x}x - 2e^{-x}x - \frac{2}{9}(3x + 2)\sin(3x)$
- $-e^{-x}(-2x^2 - 5x - 7) + \frac{1}{9}(9x^2 + 12x - 8)\cos(3x) + e^{-x}(-2x - 1) + e^{-3x}(3x + 4) - \frac{2}{9}(3x + 2)\sin(3x)$
- $-6e^{-4x}x^2 - e^{-x}(-2x^2 - 5x - 7) + \frac{1}{9}(9x^2 + 12x - 8)\cos(3x) - \frac{2}{9}(3x + 2)\sin(3x)$
- $-e^{-x}(-2x^2 - 5x - 7) + \frac{1}{9}(9x^2 + 12x - 8)\cos(3x) - \frac{2}{9}(3x + 2)\sin(3x)$ ✔ **correcto**

Sua resposta está correta.
La respuesta correcta es: $-e^{-x}(-2x^2 - 5x - 7) + \frac{1}{9}(9x^2 + 12x - 8)\cos(3x) - \frac{2}{9}(3x + 2)\sin(3x)$

Escribir comentario o corregir la calificación

Moodle Español - Internacional (es) Administrador Usuario

calificaciones	Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Parcial Segundo	Justificación de Parcial S...
Informe del calificador			10,00	
Historial de calificación			10,00	
Informe de resultados			10,00	
Informe general			10,00	
Vista Simple			10,00	
Usuario			10,00	
> Configuración			10,00	
> Importar			8,00	
> Exportar			10,00	
Letras			8,00	
Escalas			10,00	
> Administración del curso			8,00	
> Administración del sitio			10,00	
Ajustes de búsqu			Promedio general	
			9,22	

Se generaron 342 reactivos diferentes, individualizados y además con respuestas distractoras generadas de modo algorítmico, con las características deseadas anteriormente

destacadas. Estos ejercicios se utilizaron para evaluar gran parte de las competencias necesarias del Cálculo Integral en una Variable. Cabe destacar que la evaluación se llevó a cabo de modo automático, como se muestra en una de las capturas de pantalla anterior.

Tomando en cuenta el tiempo de implementación y la forma de la evaluación, se puede concluir que esta fase fue **satisfactoria**.

Participación de los autores en este proyecto:

Dr. Luis Alfredo Dupont García. Participó en la recopilación bibliográfica y elaboración del proyecto.

Dr. Raquiel Rufino López Martínez. Participó en la selección de los problemas tipo de cálculo y elaboración del proyecto.

Dr. Evodio Muñoz Aguirre. Participó en la selección de problemas tipo de cálculo integral.

Dr. Víctor Pérez García. Participó en la impartición del curso y la implementación del proyecto en el grupo.

Dr. Armando Sánchez Nungaray. Participó en la elaboración del algoritmo del programa de cómputo, y en la generación automática de ejercicios.

5 Propuesta de mejora

Se pretende aplicar estas formas de generación automática de reactivos y evaluación, a otras EE, tanto de las carreras de Matemáticas como otras afines, tales como las ingenierías.

En las implementaciones sucesivas, se incluirán encuestas de satisfacción, con la finalidad de tener una retroalimentación tanto por parte de los estudiantes, como de los profesores de los cursos en donde se apliquen estas nuevas técnicas de evaluación, esto con el fin de afinar los tipos de reactivos generados, y que vayan incluso más personalizados al curso en cuestión.

9 Referencias Bibliográficas (APA 6a. Ed)

- Larson, R. (2010). *Calculo I de una Variable*. McGraw-Hill .
- Conde Vides, Juan V.; García Luna, David; García Rodríguez, Jorge; Hermiz Ramírez, Alberto; Moreno López, Juan José; Muñoz Solís, Pablo Luis; Osorio Navarro, Ana y Ramos Martínez, Humberto. (2019). *Manual Moodle 3.5 para el profesor*. Obtenido de Biblioteca Universitaria Politécnica: <http://oa.upm.es/53507/>
- Apostol, T. M. (1996). *Calculus 1*. Reverte.
- García, M. A. (2011). *XML Edición 2012*. ANAYA MULTIMEDIA.
- Gibelli, T. I. (2015). Uso de cuestionarios online para autoevaluación en una propuesta en modalidad blended learning. *VI Congreso Virtual Iberoamericano de Calidad en Educación a Distancia*.
- Hernández, F. A. (2007). Elaboración de cuestionarios autoevaluables. Aplicación en el aula Tic. *REVISTA DIGITAL "PRÁCTICA DOCENTE"*, 193-200.
- Hwang, G.-J. (2003). A Test-Sheet-Generating Algorithm for Multiple Assessment Requirements. *IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION*, 229-337.
- José Fernando Castillo, María Roxana Rivera Ochoa, Miriam Lizbeth Hernández Pérez, Jorge Martínez Cortés y Isaí Alí Guevara Bazán. (2016). Moodle como medio para eficientar la evaluación y la sostenibilidad. The importance of updating knowledge as part of the training of university teachers. *Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa*, 4.
- José M. López, Eva Romero y Eva Roper. (2100). Utilización de Moodle para el desarrollo y evaluación de competencias en los Alumnos. Using Moodle to develop and assess competences in students. *Formación Universitaria*, 45-52.
- Matlab. (2020 de 2020). <https://www.mathworks.com/help/matlab/>. Obtenido de https://www.mathworks.com/?s_tid=gn_logo
- Questions, A. G. (s.f.). *KNEWTON*. Obtenido de <https://medium.com/knerd/algorithmically-generating-questions-a786b5fb0a15>.
- Santamaría, S. P. (2016). Moodle como herramienta de evaluación: la experiencia del Bachillerato de Informática Empresarial en la UCR Sede de Occidente. Moodle as an assessment tool: the experience of the Bachelor of Business Computing career at the western campus of Universidad d. Editorial Universidad Don Bosco.
- Spivak, M. (2012). *Calculus*. Reverte.
- Thomas, G. B. (2015). *Cálculo una variable & ACC MYMATHLAB* . PEARSON.
- Unpingco, J. (2016). *Python for Probability, Statistics, and Machine Learning*. Springer.
- Vaingast, S. (2015). *Beginning Python Visualization Crafting Visual Transformation Scripts*. Apress.