

MEMORIA FINAL¹

Compromisos y Resultados

Proyectos de Innovación y Mejora Docente

2023/2024

Identificación del proyecto	
Código	sol-202300257118-tra
Título	Digitalización y automatización de preguntas de Cálculo en Moodle mediante STACK
Responsable	David Lobo Palacios

1. Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.

Objetivo nº 1	<i>Formación en preguntas Stack para el profesorado</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Se realizarán reuniones semanales en el mes de septiembre de 2023 para formar al profesorado de Cálculo en el uso de preguntas de tipo Stack.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p><i>Durante el curso 2023/2024 se han organizado hasta 10 reuniones de coordinación para unificar el software y el contenido de la asignatura de Cálculo en los distintos grados de la Escuela Superior de Ingeniería, en las que ha participado el profesorado del área de Matemática Aplicada adscrito a la escuela. En dichas reuniones, se ha realizado una formación en el uso de preguntas de tipo Stack empleando una presentación de carácter divulgativo, con diapositivas como las siguientes:</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Pregunta 5</p> <p>Sea la función $f(x) = \frac{e^x}{0.2 + 0.2e^{25+x^2}}$, el fenómeno de Runge nos dice que si hacemos interpolación polinómica en el intervalo (-1,1) con nodos equidistantes, ¿entonces el error tiende a 0 conforme va aumentando el número de nodos?</p> <p style="text-align: center;"><input type="text" value="Respuesta 1 (calificación = 1/3)"/></p> <p>¿Es mejor usar splines para interpolar dicha función?</p> <p style="text-align: center;"><input type="text" value="Respuesta 2 (calificación = 1/3)"/></p> <p>Si tomamos los nodos equidistantes $(x_i, f(x_i))$ (con $x_i \in \text{lista}$) para interpolar $f(x)$, ¿cuál será el error en $x=0$ si lo interpolamos por splines lineales?</p> <p style="text-align: center;"><input type="text" value="Respuesta 3 (calificación = 1/3)"/></p> </div>

¹ Esta memoria no debe superar las 6 páginas.

```

Primeramente cargamos la librería interpol:
load("interpol");

Definimos los puntos:
a1:rand_with_step(1,10,0.2);
a2:rand_with_step(1,10,0.2);
x1:rand_with_step(-0.8,0.8,0.2);

Ahora calculamos la solución:
np:rand_with_step(4,8,2)
lista:makelist(-1+(2/(np-1))*(i-1),i,np);
puntos:makelist((lista[i],f(lista[i])),i,np);
f(x):=a1/(a2+a2*25*x^2);
pol(x):=linearinterpol(puntos);
define(pol1[x],pol(x1))

Y las soluciones son sol1:false; sol2:true; sol3:abs(pol1[x1]-f(x1));

```

Entre otros, se ha destacado la posibilidad de generar múltiples (teóricamente infinitas) versiones de una pregunta mediante el uso de variables aleatorias, como a_1 , a_2 y x_1 en la diapositiva anterior, y el cálculo automático de soluciones en función de dichas variables, aplicando el código del software Maxima. Resultado de esta formación, a través de una encuesta en Doodle dirigida al profesorado de la asignatura, se decidió emplear el software de Maxima en las asignaturas de Cálculo, en aras de propiciar el uso de preguntas de tipo Stack en la evaluación mediante cuestionarios.

Objetivo nº 2	Creación y validación de preguntas Stack para la asignatura de Cálculo
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	Se diseñarán preguntas de tipo STACK con contenidos de los diferentes métodos numéricos estudiados en la asignatura. Además, se llevará a cabo un proceso de validación y actualización de las preguntas a medida que avance el primer semestre del curso académico 2023/24.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<p>En este proyecto se ha diseñado un banco de preguntas de tipo Stack de métodos numéricos en Moodle y se ha utilizado en la docencia de la asignatura de Cálculo en el curso 2023/24, optimizando su implementación. A continuación, se resumen las principales características implementadas en los cuestionarios.</p> <p>Se generan variables aleatorias en los distintos componentes del enunciado de una pregunta, y a partir de estas se calculan las soluciones del problema. Los siguientes ejemplos muestran capturas de una misma pregunta, en la que aparece una función diferente y puntos diferentes para evaluar el límite y el crecimiento, dando lugar a diferentes respuestas numéricas y de verdadero o falso.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>Sea la expresión $\frac{\tan(9-x+45)}{2x+10}$, calcula su límite en el punto -5:</p> <input type="text" value="9/2"/> <p>¿Es creciente en el punto -1?</p> <p>Verdadero <input type="checkbox"/></p> </div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; margin: 10px 0; background-color: #fff9c4;"> <p>Respuesta correcta, bien hecho.</p> <p>A correct answer is $\frac{9}{2}$, which can be typed in as follows: 9/2</p> <p>A correct answer is Verdadero.</p> </div>

Tidy STACK question tool | Question is missing tests or variants.

Sea la expresión $\frac{\sin\left(\frac{4x^2 - 28x - 120}{x - 10}\right)}{5x + 15}$, calcula su límite en el punto -3 :

¿Es creciente en el punto 6?

Respuesta correcta, bien hecho.

A correct answer is $\frac{4}{5}$, which can be typed in as follows: 4/5

A correct answer is **Falso**.

Las preguntas Stack permiten detectar respuestas algebraicamente equivalentes como correctas. Se muestra como ejemplo la siguiente pregunta, relativa al cálculo de la derivada de una función:

Tidy STACK question tool | Question is missing tests or variants.

Sea la función $f(x) = (2 \cdot x + 10) \cdot \tan(9 \cdot x + 45)$, calcula la expresión de su derivada:

¿Es convexa dicha función en el punto 10?

Respuesta correcta, bien hecho.

A correct answer is $2 \cdot \tan(9 \cdot x + 45) + 9 \cdot (2 \cdot x + 10) \cdot \sec^2(9 \cdot x + 45)$, which can be typed in as follows: 2*tan(9*x+45)+9*(2*x+10)*sec(9*x+45)^2

A correct answer is **Falso**.

Tidy STACK question tool | Question is missing tests or variants.

Sea la función $f(x) = (2 \cdot x + 10) \cdot \tan(9 \cdot x + 45)$, calcula la expresión de su derivada:

¿Es convexa dicha función en el punto 10?

Respuesta correcta, bien hecho.

A correct answer is $2 \cdot \tan(9 \cdot x + 45) + 9 \cdot (2 \cdot x + 10) \cdot \sec^2(9 \cdot x + 45)$, which can be typed in as follows: 2*tan(9*x+45)+9*(2*x+10)*sec(9*x+45)^2

A correct answer is **Falso**.

En cuanto al sistema de calificación, se otorga una puntuación en función de la precisión de la respuesta dada respecto a la solución del problema. Por ejemplo, en la siguiente pregunta se da 1 punto por una respuesta correcta y 0,5 puntos si el error es menor que 1 en valor absoluto:

Pregunta 1
Correcta
Se puntúa 1,00 sobre 1,00

Tidy STACK question tool | Question is missing tests or variants.

Sea la función f una función continua donde $f(-2) = -2$ y $f(2) = 2$, ¿cuántas iteraciones del Método de Bisección hacen falta para asegurar un error menor o igual a 0.1 a la hora de encontrar una raíz? (Si no se puede aplicar dicho método en este caso responde -1. Se entiende que con una iteración se toma el punto medio entre -2 y 2).

Respuesta correcta, bien hecho.

A correct answer is 6, which can be typed in as follows: 6

Pregunta 1
Parcialmente correcta
Se puntúa 0,50 sobre 1,00

Sea la función f una función continua donde $f(-2)=-2$ y $f(2)=2$, ¿cuántas iteraciones del Método de Bisección hacen falta para asegurar un error menor o igual a 0,1 a la hora de encontrar una raíz? (Si no se puede aplicar dicho método en este caso responde -1. Se entiende que con una iteración se toma el punto medio entre -2 y 2).

Respuesta parcialmente correcta.

A correct answer is 6, which can be typed in as follows: 6

En caso de preguntas anidadas, la calificación de cada respuesta depende de las respuestas anteriores. Como se muestra en el siguiente ejemplo, si se pide calcular un polinomio y evaluarlo en un punto, si el cálculo del polinomio es incorrecto, la evaluación también se da por incorrecta, aunque fortuitamente pueda coincidir con la solución.

Pregunta 1
Correcta
Se puntúa 1,00 sobre 1,00

Dados los puntos (1,1), (3,7), (5,4), escribe el polinomio que resulta de la interpolación polinómica de Newton:

Escribe el resultado de evaluar dicho polinomio en el punto 9:

Respuesta correcta, bien hecho.

A correct answer is $-\frac{9(x-3)(x-1)}{8} + 3 \cdot (x-1) + 1$, which can be typed in as follows: $-(9*(x-3)*(x-1))/8+3*(x-1)+1$

A correct answer is -29, which can be typed in as follows: -29

Pregunta 1
Parcialmente correcta
Se puntúa 0,50 sobre 1,00

Dados los puntos (1,1), (3,7), (5,4), escribe el polinomio que resulta de la interpolación polinómica de Newton:

Escribe el resultado de evaluar dicho polinomio en el punto 9:

Respuesta parcialmente correcta.

A correct answer is $-\frac{9(x-3)(x-1)}{8} + 3 \cdot (x-1) + 1$, which can be typed in as follows: $-(9*(x-3)*(x-1))/8+3*(x-1)+1$

A correct answer is -29, which can be typed in as follows: -29

Pregunta 1
Incorrecta
Se puntúa 0,00 sobre 1,00

Dados los puntos (1,1), (3,7), (5,4), escribe el polinomio que resulta de la interpolación polinómica de Newton:

Escribe el resultado de evaluar dicho polinomio en el punto 9:

Respuesta incorrecta.

A correct answer is $-\frac{9(x-3)(x-1)}{8} + 3 \cdot (x-1) + 1$, which can be typed in as follows: $-(9*(x-3)*(x-1))/8+3*(x-1)+1$

A correct answer is -29, which can be typed in as follows: -29

Objetivo nº 3	Estudio del impacto en la formación del alumnado
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>Se estudiará el impacto del proyecto en el alumnado de Cálculo y se presentarán los resultados obtenidos en un ciclo de charlas en la Escuela Superior de Ingeniería.</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Dos encuestas realizadas al principio del primer semestre del curso 2023/24 y al final del mismo, cuyos resultados se incluyen en el</i>

punto 3 de esta memoria, ponen de manifiesto que, desde el punto de vista del alumnado, el proyecto no ha contribuido significativamente a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, la opinión del conjunto del profesorado de Cálculo (16 profesores) es que el uso de preguntas Stack enriquece notablemente el proceso de evaluación del alumnado, contribuyendo por tanto a la calidad de su aprendizaje. Estas conclusiones se escinden de un ciclo de charlas llevado a cabo en la Escuela Superior de Ingeniería durante el segundo semestre del curso 2023/24, durante los meses de abril, mayo y junio.

- Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto

La incorporación de preguntas de tipo Stack en los cuestionarios de la asignatura de Cálculo ha supuesto una revolución en el proceso de evaluación. La principal novedad reside en la variedad de cuestiones posibles en cada cuestionario, destacando características como las siguientes:

- El catálogo de preguntas es potencialmente infinito, por la aleatoriedad en las variables.
- Se acepta cualquier respuesta que sea equivalente a la solución del profesor. Así, si un estudiante responde $x+x$ en lugar de $2x$, el sistema considera correcta su respuesta.
- Es posible incluir preguntas abiertas del tipo “Proporcione un ejemplo de...”.
- Se exige la forma exacta de la solución, en lugar de elegir entre un conjunto de opciones propuestas. De esta forma, se elimina la posibilidad de que el estudiante, en lugar de resolver el problema, intente “engañar al sistema” limitándose a probar con todas las opciones propuestas hasta dar con la respuesta correcta.
- Se otorga una puntuación total o media en función de la proximidad a la solución real.
- Se incluye un sistema de calificación adaptado para problemas con respuestas anidadas.

- Incluya en la siguiente tabla el número de alumnos matriculados y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión de los alumnos.

Opinión de los alumnos al inicio del proyecto

Número de alumnos matriculados: 418

Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente (323 respuestas)

Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
3 (0,9%)	29 (9%)	113 (35%)	101 (31,3%)	77 (23,8%)

Opinión de los alumnos en la etapa final del proyecto

Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente (181 respuestas)

Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
0	7 (3,9%)	39 (21,5%)	81 (44,8%)	54 (29,8%)

Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi

<i>comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
23 (12,6%)	41 (22,7%)	102 (56,4%)	12 (6,6%)	3 (1,7%)
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión de los alumnos				
<p>Los resultados de estas encuestas ponen de manifiesto que, desde el punto de vista del alumnado, el proyecto no ha contribuido significativamente a mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje. Dicha percepción puede achacarse a la realidad del aula en el momento en que se realizan las encuestas. Atendiendo al grado de dificultad esperado al principio del semestre y al grado de dificultad percibido al final del mismo, se observa un notable aumento. Mientras que un 10% de alumnos espera poca o nula dificultad al principio del semestre, apenas un 3,9% percibe una baja dificultad al final del mismo. Por su parte, apenas un 55,1% cree que la dificultad será alta o muy alta al principio del semestre, en comparación con el 74,6% que tiene esa sensación al final. Por último, destaca la disminución en el número de encuestas obtenidas conforme avanza el semestre: de los 418 matriculados, se recogen 323 respuestas al inicio y solo 181 al final, lo que supone una tasa de abstinencia inicial del 22% y una preocupante tasa final de abstinencia del 57%.</p>				

4. Describa las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo².

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
<p>Se presentarán las principales conclusiones obtenidas del estudio del impacto de las actuaciones realizadas en la formación académica del alumno mediante un ciclo de charlas en el seno del Departamento de Matemáticas, a realizar en la Escuela Superior de Ingeniería durante la segunda quincena de julio. Estas charlas, además de difundir los logros conseguidos, servirán para valorar la posibilidad de modificar o ampliar el contenido así como la envergadura de las actuaciones llevadas a cabo y seguirán la siguiente programación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la herramienta Stack para elaboración de preguntas en Moodle. • Resumen del desarrollo del proyecto e hitos destacables en el proceso de elaboración y validación de preguntas de Cálculo. • Análisis de la influencia del proyecto en la formación del alumnado.
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
<p>El 17 de septiembre de 2024 se organizó una jornada de difusión a la que se invitó a todos los miembros del Departamento de Matemáticas adscritos a la Escuela Superior de Ingeniería, en el aula P105 de dicho centro. En esta reunión, se presentó un resumen del proyecto y del desarrollo de los objetivos planteados en la memoria inicial. Tras discutir los resultados obtenidos en el proyecto, se llegó a la conclusión unánime de que el uso de preguntas Stack supone un soporte informático que contribuye notablemente a la calidad del proceso de evaluación de las asignaturas de matemáticas.</p> <p>Los asistentes acuerdan continuar en el curso 2024/25 con la evaluación de la asignatura de Cálculo mediante cuestionarios con preguntas Stack y diseñar un banco de preguntas Stack para la asignatura de Ampliación de Matemáticas.</p>

² Si en la solicitud no indicó compromiso de difusión de resultados este criterio no se tendrá en cuenta en la evaluación