

Ricardo López Bautista<sup>1</sup>, Georgina Pulido Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, CDMX, México.

Teléfono (55) 5318-9000 Ext. 55017 Fax (55) 53189540 E-mail: rlopez@azc.uam.mx gpr@azc.uam.mx

## RESUMEN/ABSTRACT

Construimos en plataforma Moodle diversos laboratorios de matemáticas, con calificación y retroalimentación automática, los cuales son asíncronos y disponibles en la URL <https://galois3.azc.uam.mx/> para grupos de Ingeniería en UAM-Azcapotzalco. El uso de sistemas algebraicos computacionales nos permite ofrecer una forma diferente en el trabajo de docencia y alienta otras dinámicas de aprendizaje. En este trabajo solucionamos el problema de la sintaxis cuando los alumnos escriben sus respuestas sobre Moodle.

## INTRODUCCIÓN

Un problema recurrente en varias Universidades es el hecho de que la formación de muchos alumnos en temas básicos de matemáticas es deficiente; las causas de este problema son multifactoriales. Esto repercute en los materiales que uno como profesor debe cubrir en el curso [1]. Ante este problema, surge la necesidad de innovar y explorar nuevas formas de apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Como una contribución para intentar dar solución a este problema ideamos, probamos y finalmente construimos lo que llamamos Laboratorio de Matemáticas en Galoislinea [2].

El propósito de construir este laboratorio de matemáticas en línea sobre la plataforma Moodle, es que los alumnos lo encuentren disponible y puedan hacer las prácticas de laboratorio donde y cuando ellos lo deseen, trabajando a su propio ritmo. Las prácticas de laboratorio consisten en cuestionarios con diez ejercicios, hay intentos ilimitados, en cada intento aparecen ejercicios diferentes, pero equivalentes en complejidad, y al terminar el intento el sistema entrega el "paso a paso" de cada ejercicio o bien, da la sintaxis para que el alumno use calculadoras dinámicas para mostrar otra forma de hacer el "paso a paso". Los profesores Georgina Pulido, Ricardo López realizan el trabajo de programación para la creación de miles de ejercicios con retroalimentación específica. El laboratorio de matemáticas hace un uso extensivo de sistemas algebraicos computacionales (CAS) y calculadoras dinámicas; estos recursos tecnológicos nos permiten ofrecer una forma diferente en nuestro trabajo de docencia y alienta otras formas de aprendizaje en los alumnos. Además, el uso de estas herramientas permite un cambio en los objetivos del curso; ya no privilegia el cálculo manual de operaciones matemáticas y elige el proceso de razonamiento en temas de importancia en ingeniería [3], [4].

La actividad del laboratorio la concebimos como una actividad con un ingrediente experimental, la cual es apoyada con una serie de herramientas (CAS) para realizarlas, para construir una liga entre las nociones iniciales de conceptos y las estrategias informales de los alumnos y por el otro, técnicas, algoritmos y procedimientos matemáticos formales del objeto de estudio [6].

Consideramos que el principal logro en nuestros laboratorios de matemáticas es que se han diseñado, desarrollado e implementado para dar la calificación y retroalimentación detallada usando Moodle y que los bancos de ejercicios están contruidos con preguntas tipo "Cloze" y "Stack" [9].

## METODOLOGÍA

Ofrecemos diversos cursos semipresenciales de matemáticas en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco (UAM-A). Para ello, los autores han construido sobre la plataforma Moodle, el sistema galoislinea, con URL <https://galois3.azc.uam.mx>. En estos cursos existen varios recursos y actividades, destaca el laboratorio de matemáticas.

Los alumnos inscritos al curso pueden ingresar desde el primer día de clases a cada uno de los laboratorios virtuales. Estos laboratorios están disponibles 24x7 durante todo el trimestre. El alumno, si lo desea, puede acudir al salón asignado y en el horario de clase a estudiar, a participar en discusiones de grupo, a analizar problemas con sus compañeros, a pedir asesoría a sus profesores y a presentar laboratorios.

El laboratorio de matemáticas es una estrategia pedagógica de uso de recursos disponibles y realización de una serie de actividades, esencialmente resolver ejercicios de matemáticas en la plataforma, con calificación y retroalimentación automática del sistema y calificación y revisión en manuscrito por parte del profesor. En la relación entre actividad matemática y material manipulativo, lo que se busca es la construcción y fundamentación del pensamiento matemático por medio del aprendizaje [1].

Las prácticas de laboratorio son formativas. Cada laboratorio tiene calificación tanto en línea como por el profesor del curso, usando el manuscrito del alumno, esto es, con calificación en línea y en manuscrito llegamos a la calificación del laboratorio [5].

- Los laboratorios en línea, disponibles en cualquier lugar y momento, son las guías para tareas y exámenes. Se encuentran los temas del curso y ejercicios con procedimiento de solución "paso a paso" dado por calculadoras dinámicas o bien la construcción del "paso a paso" hecho por los profesores.
- Los ejercicios de laboratorio permiten revisar, practicar y ver los métodos de solución para cada uno de los ejercicios y temas del curso.
- Los alumnos se apoyan en sistemas algebraicos computacionales disponibles en el sistema, como Symbolab, calculadoras de derivadas, integrales, Mathematica, calculadoras dinámicas, libros, videos, sitios web de matemáticas, etc. para hacer los ejercicios de laboratorio.
- En cada intento, el sistema presenta laboratorios diferentes unos de otros y con ejercicios equivalentes en cuanto a nivel de complejidad a tareas / exámenes.
- Al terminar cada laboratorio se obtiene una calificación al instante, se muestra cuáles son las respuestas correctas, se brinda retroalimentación consistente en el procedimiento detallado de solución de cada problema.
- Para cada laboratorio, en el aula correspondiente está disponible el libro de galoislinea, donde se encuentra su correspondiente sección de tutoriales, ejercicios resueltos, videos, calculadoras dinámicas, sitios web de matemáticas, etc.

## RESULTADOS

- Construimos diversos laboratorios de matemáticas los cuales han sido puestos en funcionamiento para diversos grupos de las carreras de Ingeniería en UAM-A a partir del 2021, para los cursos: Introducción al Cálculo, Cálculo Diferencial, Cálculo Integral, Introducción al Álgebra Lineal, Complementos de Matemáticas.
- Disponibles durante todo el ciclo escolar 24x7 en la URL <https://galois3.azc.uam.mx/>
- El alumno puede hacer el laboratorio cuantas veces lo desee y donde quiera, sin importar la hora. Todos los intentos presentan ejercicios diferentes, pero con grado de dificultad equivalentes entre sí.
- En este trabajo mostramos como solucionamos el problema de la sintaxis cuando los alumnos escriben sus respuestas en plataformas tipo Moodle
- El sistema califica automáticamente los ejercicios que el alumno hace.
- Dos formas de retroalimentación: Procedimiento de solución paso a paso hecho por los profesores o el alumno construye el "paso a paso" con ayuda de una serie de calculadoras dinámicas insertas en cada laboratorio.

galoislinea <https://galois3.azc.uam.mx> Derivación implícita.

**PROBLEMA.** Considere la ecuación:  $\sqrt{x}y^2 - 3x = 4xy + 2x^2\sqrt{y}$   
**Calcule y escriba:**  $\frac{dy}{dx} = y' =$

Figura 1. Ejercicio tipo en tareas/exámenes. Preguntas tipo "Stack", "Cloze"

$$\frac{(-y^{1/2} + 8\sqrt{x}y^{3/2})y^{1/2} + 8\sqrt{x}(3/2)y + 6\sqrt{x}y^{3/2}}{(4\sqrt{x}y^{3/2} - 8\sqrt{x}(3/2)\sqrt{y} - 2x^{1/2})}$$

Figura 2. Sintaxis de respuesta. El sistema califica automáticamente los ejercicios. Crucial la sintaxis correcta

	<a href="https://www.calculadora-de-derivadas.com/">https://www.calculadora-de-derivadas.com/</a>
	<a href="https://es.symbolab.com/solver/derivative-calculator">https://es.symbolab.com/solver/derivative-calculator</a>
	<a href="https://mathdf.com/der/es/">https://mathdf.com/der/es/</a>
	<a href="https://www.wolframalpha.com">https://www.wolframalpha.com</a>
	<a href="https://mathsolver.microsoft.com/es/calculus-calculator">https://mathsolver.microsoft.com/es/calculus-calculator</a>
	<a href="https://www.geogebra.org/">https://www.geogebra.org/</a>
	<a href="https://gamma.sympy.org/">https://gamma.sympy.org/</a>
	<a href="http://mathstud.io/">http://mathstud.io/</a>
	<a href="https://www.desmos.com/calculator?lang=es">https://www.desmos.com/calculator?lang=es</a>

Figura 3. Sistemas algebraicos computacionales, herramientas para los laboratorios de matemáticas

	<a href="https://www.mathway.com/es/Calculus">https://www.mathway.com/es/Calculus</a>
	<a href="https://www.cymath.com/sp/">https://www.cymath.com/sp/</a>
	<a href="https://www.calculatored.com/es/1/math/calculus">https://www.calculatored.com/es/1/math/calculus</a>
	<a href="https://www.sagemath.org/download.html">https://www.sagemath.org/download.html</a>
	<a href="https://www.gnu.org/software/octave/download">https://www.gnu.org/software/octave/download</a>
	<a href="http://wxmaxima-developers.github.io/wxmaxima/download.html">http://wxmaxima-developers.github.io/wxmaxima/download.html</a>
	<a href="https://www.uam.mx/ti/soft/wolfram.html">https://www.uam.mx/ti/soft/wolfram.html</a>
	<a href="https://scipy.org/download/">https://scipy.org/download/</a>
	<a href="https://www.sympy.org/en/download.html">https://www.sympy.org/en/download.html</a>
	<a href="https://www.scilab.org/download/scilab-6.1.1">https://www.scilab.org/download/scilab-6.1.1</a>
	<a href="https://calcme.com/a">https://calcme.com/a</a>

Fig. 8 Sistemas algebraicos computacionales y calculadoras dinámicas usadas en laboratorio.

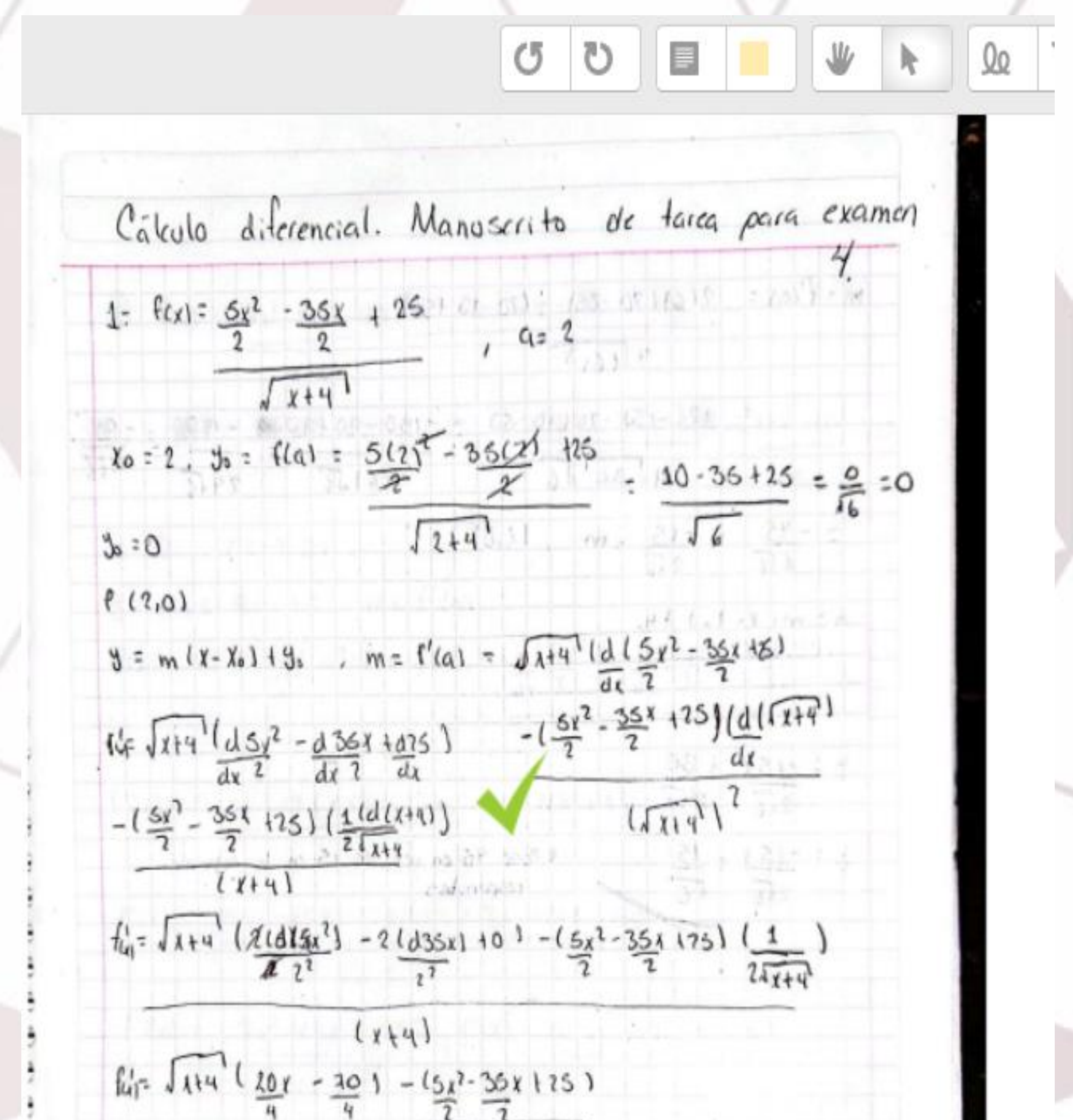


Figura 4. Revisión y calificación de laboratorios. En línea y validados por manuscrito.

Calificación sobre 10

6.00

Calificación actual en el libro

6.00

Fig. 10. Observaciones del profesor a ejercicios de manuscritos de laboratorio en línea de los alumnos.

Comentarios de retroalimentación			
Ejercicio	Escritura en caja de respuesta	Escritura en manuscrito	
1	0.00	1.00	
2	1.00	1.00	
3	0.00	0.00	Mal su derivada. En todos sus resultados SIEMPRE debe simplificar, MAS ES LA SEGUNDA DERIVADA. No puede dejar indicados productos, etc. Debe hacer la simplificación
4	1.00	1.00	
5	0.00	1.00	Error en línea 3, vea su manuscrito calificado
	2.00	4.00	6.00

Figura 5. Comentarios, revisiones y calificaciones de laboratorio en línea y validación en manuscrito.

## CONCLUSIONES

Los autores consideran que el poner a disposición el mayor número de recursos a alumnos redundará en la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje que reciben los alumnos. Hemos construido los laboratorios de matemáticas priorizando el aprendizaje asíncrono.

Consideramos que muchas universidades, profesores y alumnos resultarían beneficiados usando este tipo de recursos pues el hecho mostrado aquí de cómo superar el problema de sintaxis para respuestas en evaluaciones en línea abre un mundo de posibilidades y recursos tanto para universidades, profesores y sobre todo para alumnos. Mostramos una dinámica donde un alumno podrá hacer un laboratorio en cualquier día y hora de la semana, que el sistema le califique su intento y que reciba el alumno las respuestas automáticamente.

## REFERENCIAS

- J. M. Ruiz Socarras. Problemas actuales de la enseñanza aprendizaje de la matemática Universidad de Camagüey, Cuba. Revista Iberoamericana de Educación ISSN: 1681-5653 n.º 47/3 - 25 de octubre de 2008 Editor: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI).
- R. C. Paiva, M. S. Ferreira, A. G. Mendes, A. J. Eusebio. Interactive and Multimedia Contents Associated with a System for Computer Aided Assessment Journal of Educational Computing Research 2015, Vol. 52(2) 224-256, 2015.
- J. Martín-Vaquero, M. J. Cáceres, G. Rodríguez, A. Queiruga-Dios, F. Yilmaz. "Basic mathematics assessment in engineering degrees: Case study." 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018, pp. 1639-1644.
- L. Smolinsky, G. Olafsson, B. D. Marx, G. Wang. "Online and Handwritten Homework in Calculus for STEM Majors." Journal of Educational Computing Research 2019, Vol. 57(6) 1513-1533.
- Artigue, M. "Learning Mathematics in a CAS Environment: The Genesis of a Reflection about Instrumentation and the Dialectics between Technical and Conceptual Work". International Journal of Computers for Mathematical Learning. 7, 245-274. 10.1023/A:1022103903080.2002.
- O.A. Pabón-Ramírez, Et Al. "El Laboratorio de Matemáticas: una estrategia de producción y uso de recursos pedagógicos en la clase de matemáticas". XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil 2011.
- L. Smolinsky, B. D. Marx, G. Olafsson. "Computer-Based and Paper-and-Pencil Tests: A Study in Calculus for STEM Majors". Journal of Educational Computing. Research 2020, Vol. 58(7) 1256-1278, 2020.
- E. Dorrego. "Distance Education and Learning Evaluation". Universidad Central de Venezuela. <https://www.um.es/ead/red/M6/dorrego.pdf>. (visitado 30 de junio 2022).
- STACK [https://docs.moodle.org/400/en/STACK\\_question\\_type#](https://docs.moodle.org/400/en/STACK_question_type#)