

Inmersión lingüística (lengua inglesa) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Matemáticas en el Grado en Ciencias del Mar.

Rafael de la Rosa Silva*, Francisco Javier Navarro Izquierdo*, Manuel Silva Rodríguez[∇], Elena Recio Rodríguez*, Tamara María Garrido Letrán*, Diego Garrido Gómez[◇], María de los Santos Bruzón Gallego*.

*Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, [∇]IES Francisco Pacheco, Sanlúcar de Barrameda, Cádiz, [◇]IES Castillo de Luna, Rota, Cádiz.

rafael.delarosa@uca.es

RESUMEN: Este proyecto de innovación docente se centra principalmente en la siguiente línea de trabajo: realizar un primer acercamiento del uso de la lengua inglesa en el desarrollo de la asignatura Matemáticas del Grado en Ciencias del Mar. A través de la creación e incorporación de una serie de ejercicios teóricos y prácticos, redactados en inglés, se ha potenciado el trabajo del alumno en una segunda lengua. En concreto, todo el material relativo al desarrollo de prácticas de ordenador ha sido facilitado en esta lengua. Esto presenta una gran ventaja dado que la mayoría de software de cálculo simbólico hacen uso del inglés, por lo que un mayor conocimiento de términos matemáticos en esta lengua permitirá al alumno intuir la mayoría de comandos a usar así como podrá comprender los diferentes mensajes de error que el programa les proporcione.

PALABRAS CLAVE: proyecto, innovación, mejora, docente, matemáticas, inglés como lengua vehicular, cuestionarios.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se está llevando a cabo una actualización de la Política Lingüística por parte de diferentes Universidades Españolas para introducir, de manera progresiva, el uso del inglés como lengua vehicular de la actividad académica universitaria. En concreto, desde nuestra Universidad se ha puesto en marcha el “Plan de impulso de la oferta académica en lenguas extranjeras de la Universidad de Cádiz (PIOLE)” que incluye entre otros objetivos, el citado anteriormente. La globalización producida por las nuevas tecnologías nos lleva a incidir en la necesidad de que todo estudiante de nuestra Universidad debe estar preparado para desenvolverse en un mundo académico y laboral donde el uso del inglés se ha vuelto una herramienta indispensable.

Cabe destacar que desde la implantación de los nuevos grados de la Universidad de Cádiz, las asignaturas de Matemáticas son impartidas en los primeros cursos de los diferentes grados que abarca el Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos (CASEM). Por consiguiente, las matemáticas son consideradas uno de los conocimientos más valorados y necesarios en las sociedades modernas altamente tecnificadas. Así, las matemáticas supondrán una herramienta esencial en su futuro profesional que les permitirá analizar diferentes modelos matemáticos para así extraer conclusiones y desarrollar diferentes estrategias.

Este proyecto de innovación docente ha estado enfocado a la asignatura de Matemáticas del Grado en Ciencias del Mar y persigue el objetivo de realizar un primer acercamiento del uso de la lengua inglesa en esta asignatura. Para ello se ha desarrollado y trabajado con material en lengua inglesa, sin que ello haya impedido el desarrollo normal de la clase o el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos. Por este

motivo, el material en lengua inglesa se ha ido incluyendo de manera paulatina y el alumno siempre ha tenido a su disposición material alternativo en lengua castellana. No obstante, algunas actividades, que serán detalladas en las siguientes secciones, se desarrollarán al completo haciendo uso del inglés. La información recabada en este proyecto permitirá a los docentes valorar futuras participaciones en planes bilingües, así como determinar las futuras dificultades e inconvenientes que pueden tener tanto profesores como alumnos.

¿POR QUÉ ES NECESARIO ESTE PROYECTO?

Como profesores del siglo XXI tenemos estudiantes que son nativos digitales, aunque una gran mayoría del profesorado pertenezcamos al grupo de, lo que comúnmente se conoce como, inmigrantes digitales. Seamos nativos digitales o no, debemos responder a las necesidades de una sociedad tecnológica, de una sociedad en red, y de una universidad que está inmersa en la sociedad de la información y la comunicación (3,6).

No obstante, Fernández (4) habla de los peligros de la sociedad de la información y el conocimiento, ya que quizás todo el mundo tiene acceso a la información pero muy pocos el conocimiento necesario para seleccionar la información, interpretarla y sacar conclusiones, “cuanto más abundante en términos absolutos y más igualitaria y democrática en su distribución se vuelve la información, más escaso en términos relativos y más desigual y jerárquico en su distribución se torna el conocimiento”, “El conocimiento es la capacidad de interpretar y de emplear de forma útil esa información. La información puede ser condición necesaria del conocimiento, pero no es en modo alguno condición suficiente.”

En esta sociedad globalizada el uso de inglés se ha vuelto una herramienta indispensable. Basta con echar un vistazo a las bibliografías recomendadas de las diferentes carreras que se imparten en la Universidad de Cádiz para observar que la mayoría se encuentran en inglés. Además, como argumenta Chávez-Zambano *et al.* (1), la enseñanza universitaria supone el último peldaño hacia la profesionalización, por lo que en muchos casos el alumno puede encontrarse ante su última oportunidad de conseguir un correcto dominio de este idioma, imprescindible en el mercado laboral.

Otro de los principales problemas que hemos detectado a lo largo de nuestra experiencia docente es que la mayoría de los alumnos creen que lo hacen no sirve para nada. Y en parte, hay que reconocerlo, tienen razón. No porque los contenidos no sean los adecuados, sino porque en ocasiones se introducen de una manera excesivamente teórica y previamente formados, sin participar el alumno en tal formación. Además, muchas veces estos se muestran sin una aplicación inmediata en el entorno del alumno.

Por este motivo, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) presentan una gran importancia dentro de una comunidad de aprendizaje, ya que un buen uso de ellas impide reducir a los alumnos a meros espectadores, a través de una interacción en tiempo real con estos. No obstante, no debemos de confiarnos en este aspecto, ya que aunque nuestros alumnos sean nativos digitales, las herramientas/aplicaciones que ellos usan en su día a día distan mucho de los programas o aplicaciones informáticas que usan a lo largo de la carrera. Por esta razón, no debe sorprendernos el hecho de que nos encontremos con alumnos que no sepan manejar un ordenador o que el hecho de manejar un programa de cálculo simbólico sea una dificultad cognitiva que deban superar.

Así pues, con el presente proyecto de innovación se pretende paliar las necesidades comentadas anteriormente.

DESARROLLO DEL PROYECTO

La asignatura de Matemáticas del Grado en Ciencias del Mar está compuesta de tres partes, una teórica, una teórico-práctica y una parte de prácticas de ordenador. Pensamos que es más viable introducir el inglés en la parte teórico-práctica y de prácticas de ordenador principalmente por dos motivos. En primer lugar, porque los contenidos de la asignatura ya habrán sido desarrollados en la parte teórica. Segundo, porque la mayoría de software matemático que se usan para la actividad docente en la Universidad de Cádiz trabaja en lengua inglesa, es decir, aunque la interfaz del programa esté traducida al castellano, todos los comandos que utilizan provienen del inglés. Por consiguiente, un mayor conocimiento del idioma permite al alumno intuir el comando a usar solamente por su traducción al inglés. Por otro lado, los mensajes de errores o avisos del software en pantalla son mostrados en inglés, por lo que el alumno que no dispone de un nivel básico/medio de inglés no es capaz de saber qué fallo está cometiendo, cuando el software le está comunicando exactamente donde está el problema.

Para la consecución de este proyecto partimos de una revisión del material usado en años anteriores: apuntes teóricos, problemas propuestos, prácticas de informática, bibliografía,...

En una primera reunión valoramos cómo actualizar, ampliar y modificar este material. Dado que los alumnos suelen solicitar material de apoyo, sobre todo en lo referente a ejercicios resueltos que les ayude a superar la parte teórico-práctica de la asignatura, concluimos que estos ejercicios se redactaran en inglés. De esta forma, motivamos al alumno en el uso de una lengua extranjera.

La asignatura se divide en dos grandes bloques, Álgebra y Análisis. Cada uno de ellos se divide a su vez en 3 y 4 temas respectivamente. En esta primera reunión los integrantes del proyecto nos dividimos los diversos temas para la creación de un conjunto de problemas resueltos para posteriormente ponerlos en común. Establecimos como criterio que buena parte de estos ejercicios estuvieran relacionados con el Grado en Ciencias del Mar.

A continuación, en una segunda reunión seleccionamos un subconjunto de estos problemas para su posterior adecuación a lengua inglesa. De hecho, en estos momentos seguimos trabajando en la creación de un manual de ejercicios resueltos en inglés. Un ejemplo de estos ejercicios puede verse en la Figura 1. Para ello, hemos realizado diversas reuniones tanto presenciales como virtuales así como la creación de un campus virtual donde todos los integrantes del proyecto tienen acceso a los contenidos de la asignatura. Para la creación del manual de ejercicios se han creado unos macros en LaTeX (8) con el fin de agilizar el proceso y que todos los integrantes del proyecto estén usando el mismo formato de texto. Asimismo, se ha hecho uso de la plataforma Overleaf (7), la cual posee un editor de LaTeX online que permite modificar textos científicos en tiempo real.

Capítulo 2. Real functions

19

Problem 2.7. A diver wants to catch a fish for further study and subsequent reproduction in captivity for which the diver uses a 0.8-metre-long hand net. The fish in question tries to escape, following a descending trajectory according to the function

$$f(x) = \frac{-x^2 + \sqrt{x} - 4}{x + 8},$$

where x represents the time in seconds and $f(x)$ the position in meters. The diver knows that this trajectory is similar to a straight line, the asymptote of function $f(x)$, and decides to dive according to that line at a speed analogous to the fish. However, the diver cannot breath underwater more than 120 seconds (60 seconds to descend and the same for going up). Will the diver catch the fish with the help of the net?

Figura 1: Ejemplo de ejercicio incluido en el manual

Por otro lado, durante el desarrollo de la docencia los alumnos han dispuesto de boletines de problemas redactados por completo en inglés. Algunos ejemplos de estos se han añadido como Anexos. Estos boletines estaban acompañados de una serie de cuestionarios, escritos en lengua inglesa y programados en Moodle (2) vía campus virtual de la asignatura (Ver Figuras 2 y 3). Estos cuestionarios permitían al alumno ser el protagonista en el proceso de enseñanza-

aprendizaje, pues estos servían de guía para que ellos pudieran desarrollar los contenidos de la asignatura a través de las diferentes sesiones de prácticas.

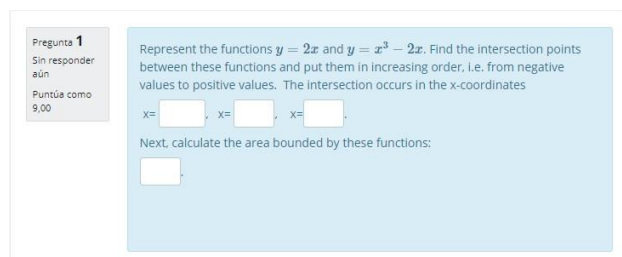


Figura 2: Ejercicio incluido en cuestionario

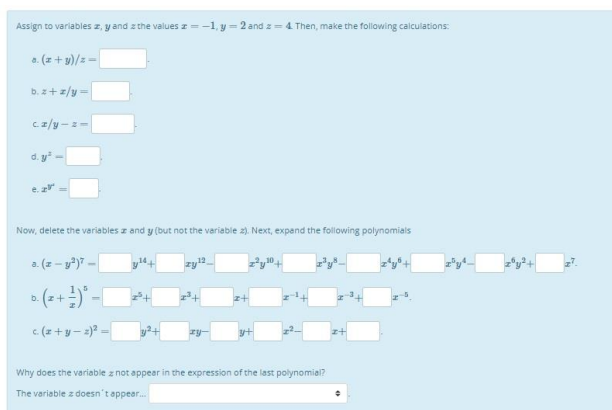


Figura 3: Ejercicio incluido en cuestionario

EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Con la finalidad de medir el impacto en los estudiantes de este proyecto de innovación docente, identificar las necesidades educativas de estos y proponer soluciones a estas así como mejorar el presente proyecto, se realizó dos encuestas a los estudiantes de la asignatura, una al principio de su impartición y otra al final.

La primera encuesta estaba formada por un sola pregunta: Valore el grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a esta asignatura. Los resultados asociados a esta encuesta pueden consultarse en la Figura 4. De los 47 alumnos que respondieron la encuesta observamos que un 62% piensa que la dificultad de la asignatura será media. Sin embargo, existe un gran desequilibrio en cuanto a los valores extremos. Mientras que tan solo un 2% cree que va a poder superar la asignatura sin problemas; un 36% piensa que la dificultad será alta o muy alta. Esto se debe en gran medida a los problemas de base que presentan los alumnos en matemáticas y que puede comprobarse a lo largo de las sesiones de prácticas, donde al ser un grupo más reducido, tenemos un trato más cercano con cada uno de los estudiantes.

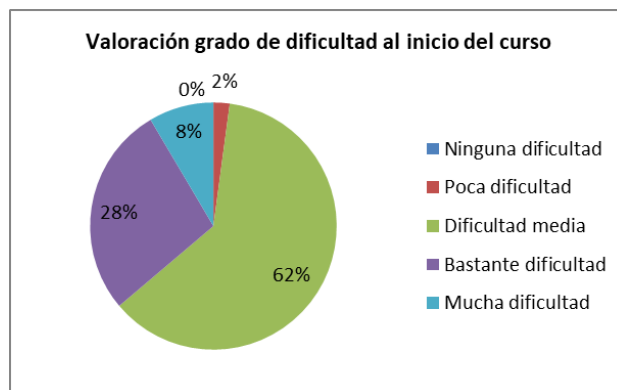


Figura 4: Resultados encuesta inicial

Con respecto a la segunda encuesta se plantearon tres preguntas, una de ellas con respuesta libre, las cuales se listan a continuación:

1. Valore el grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a esta asignatura.
2. Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura.
3. Por favor, aporte las sugerencias que estime oportunas sobre la innovación y mejora docente aplicada en esta asignatura, así como posibles alternativas para mejorar su aprendizaje.

Esta encuesta fue respondida por 50 alumnos. Los resultados de la encuesta para las preguntas 1 y 2 se muestran respectivamente en las Figuras 5 y 6.

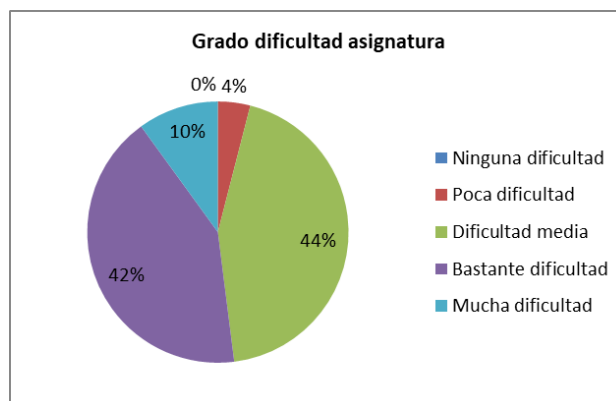


Figura 5: Respuesta a la 1ª pregunta del cuestionario final

Si comparamos las Figuras 4 y 5, observamos una clara tendencia hacia los grados de dificultad más altos, aumentándose la dificultad alta y muy alta en un 14% y 2% respectivamente, en detrimento de la dificultad media, que se reduce un 18%. Sin embargo, se puede observar un ligero aumento del 2% de los alumnos que consideran que la dificultad es baja.

Con respecto a la segunda pregunta (ver Figura 6), se observa que hay un alto porcentaje de alumnos, 42%, que consideran que los elementos de innovación docente y mejora

docente aplicados en esta asignatura han favorecido de alguna manera a la comprensión de los contenidos de la asignatura. No obstante, todavía tenemos un amplio margen de mejora, ya que un 52% no observa una diferencia significativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

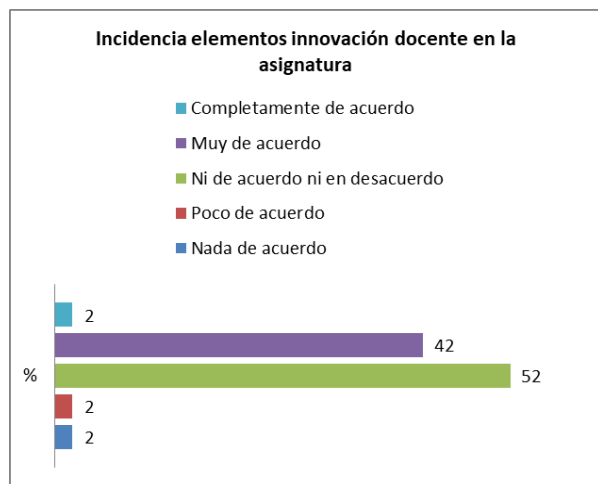


Figura 6: Respuesta a la 2ª pregunta del cuestionario final

Por último, mostramos algunos de los comentarios y sugerencias realizadas por los alumnos en relación a la pregunta 3 de la encuesta final sobre nuevas alternativas para la mejora de su aprendizaje:

- *“Más horas de clases de refuerzo de la asignatura, y más coordinación entre el profesor que imparte la asignatura y el profesor que imparte la clase de refuerzo, en caso de ser distintas personas, ya que la diferente manera de explicar de cada profesor puede llevar a error a los alumnos”.*
- *“Enviar más problemas para realizar en casa”.*
- *“El principal problema que he tenido es mi falta de base, así que no hay nada que tanto la universidad como el profesor puedan hacer al respecto”.*
- *“Dejar la calculadora en el examen final”.*

La primera de las opiniones es algo que ya observamos a mitad del curso a raíz de las preguntas de los estudiantes durante las clases de problemas y tras la entrega de uno de los boletines de problemas propuestos. Cabe destacar que la asignatura de Matemáticas del Grado en Ciencias del Mar lleva asociada unas clases de refuerzos que la imparte, en general, un profesor distinto al de la propia asignatura. El problema reside que en ambos docentes en momentos puntuales usamos técnicas diferentes para la solución de un mismo problema. Aunque esto es algo útil para la mayoría de alumnos, pues ofrecemos una diversidad de métodos, cada uno con sus ventajas y desventajas, dependiendo del tipo de problema; a una gran parte de los alumnos les afecta de manera negativa, en buena medida porque no entienden lo que están haciendo. Tras ello, nos pusimos de acuerdo con el profesor de la asignatura de refuerzo para unificar algunos criterios e incidir en ciertos contenidos para no llevar a confusión al alumno.

Esto se complementa a la perfección con la segunda de las sugerencias. Una propuesta más gradual de ejercicios puede llevarnos a una detección más precoz de los problemas. Lo cual será considerado en el próximo curso.

Muchos de los alumnos están de acuerdo que su principal problema en la asignatura está en su falta de base. Se ha observado que más de un 75% de los alumnos no tienen claros conceptos básicos como el de ecuación o división, en el sentido de que saben aplicarlo pero no su significado o cuándo hay que usarlos. Por otro lado, presentan una base pobre o nula en álgebra básica. En particular, la mayoría desconoce o no hace uso de técnicas como sacar factor común, cometen errores en la multiplicación de polinomios, no simplifican correctamente la división de polinomios, etc. Esta acumulación de fallos cometidos lleva, en la mayoría de ocasiones, a una distorsión del ejercicio propuesto.

Con respecto al uso de calculadoras, debemos tener en cuenta que existen modelos que son capaces de resolver directamente muchos de los elementos propuestos. Esto, además de llevar a una desconexión del alumno con respecto a una parte de los contenidos de la asignatura, implica una discriminación negativa de aquellos alumnos que no disponen de calculadoras de tales prestaciones. Por otro lado, el cálculo mental puede usarse como estrategia para el desarrollo del pensamiento numérico, que no consiste solamente en resolver cálculos con la mente sino que, tiene en cuenta a su vez, la resolución de problemas, y ejecución de algoritmos y procedimientos (5).

CONCLUSIONES

Este primer acercamiento al uso de la lengua inglesa no ha supuesto ningún tipo de problema en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además de la propia mejora en la competencia lingüística en lengua extranjera, la mayoría de los alumnos están de acuerdo que el hecho de conocer un mayor vocabulario en lengua inglesa ha mejorado la fluidez en el desarrollo de las prácticas de ordenador.

No obstante, a raíz de la impartición de la asignatura y de este proyecto de innovación y mejora docente, se han detectado necesidades educativas urgentes. Los integrantes de este proyecto pensamos que será necesario incidir en los problemas de base que presentan la mayoría de los alumnos en el próximo curso. A ello hay que añadir el hecho que el Grado en Ciencias del Mar destaca por su alta diversidad respecto a la procedencia de sus alumnos, por lo que estos problemas de base pueden ser de una índole muy diferente de unos alumnos a otros.

REFERENCIAS

1. Chávez Zambano, M.X., Saltos Vivas, M.A., Saltos Dueñas, C.M. La importancia del aprendizaje y conocimiento del idioma inglés en la enseñanza superior. *Dominio de las Ciencias*. **2017**, 3, 759-771.

2. Conde Vides, J.V. *et al. Manual Moodle 3.0 para el profesor*. Universidad Politécnica de Madrid, Gabinete de Tele-Educación, <http://www.upm.es/gate>.
3. Domingo Coscollola, M., Fuentes Agustó, M. Innovación educativa: experimentar con las TIC y reflexionar sobre su uso. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*. **2010**, 36, 171-180.
4. Fernández, M. La institución escolar en la sociedad de la información y el conocimiento. En Feito, R. (coord.) *Sociología de la educación secundaria*. **2010**, 9-23. Barcelona: Graó.
5. Galeano Ramírez, M.Y., Ortiz Ruíz, D.S. *El cálculo mental como estrategia para desarrollar el pensamiento numérico*. Universidad de Antioquia Facultad de Educación, Departamento de la Enseñanza de la Ciencias y las Artes. Medellín. 2008
6. Goñi Zabala, J.M. *El espacio europeo de educación superior, un reto para la universidad: competencias, tareas y evaluación, los ejes del currículum universitario*. Barcelona: Octaedro-ICE. 2005.
7. Página oficial Overleaf: <https://es.overleaf.com/>.
8. Mora W.A., Borbón A. *Edición de Textos Científicos. LaTeXtoHTML y Presentaciones Beamer*. Escuela de Matemática, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

ANEXOS

Sol-201800112788-tra_Anexo 1.pdf

Sol-201800112788-tra_Anexo 2.pdf

Sol-201800112788-tra_Anexo 3.pdf

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto queremos agradecer al Vicerrectorado de Recursos Docentes y de la Comunicación de la Universidad de Cádiz.

Matemáticas CCMar- Mathematics Practical 4 (group 1)
Inequalities. Limits of sequences and functions. Graphic representation.

Instructions: Upload a Maxima file with this format to the virtual campus: Surnames.wmx. In this file each of the exercises will be distinguished making use of sections or inserting text. Moreover, the necessary text to justify the answers to the questions posed must also be added.

Exercise 1. Define and represent the following functions

- $f(x) = x^2 - 7x + 3$,
- $g(x) = \sin(x - \sqrt{x})$,
- $h(x) = \frac{x^2 + 2x}{x^2 - 7}$,
- $t(x) = e^{-x^2}$,
- $m(x) = \ln(4x^2 + 4x)$.

Next, determine the domain of definition of the above functions.

Exercise 2. Represent each couple of functions (choosing the domain of definition and range where they will be plotted):

- $f(x) = x^2 + 7$ and $g(x) = \tan^2(x) - 1$.
- $f(x) = \sqrt{9 - x}$ and $g(x) = \sqrt[3]{x - 9}$.

Derivatives and Taylor polynomials. Piecewise-defined functions.

Instructions: Upload a Maxima file with this format to the virtual campus: Surnames.wmxm. In this file each of the exercises will be distinguished making use of sections or inserting text. Moreover, the necessary text to justify the answers to the questions posed must also be added.

Exercise 1. Define the following functions and their derivatives; and represent both simultaneously in the interval $[1, 3]$:

- $f(x) = \cos(1 - 5x)$,
- $g(x) = x^2 - 7x + 6$,
- $h(x) = \frac{3x + 2}{x^2 - 1}$,
- $t(x) = x^{-1}e^x$,
- $m(x) = \ln(x - 2)$.

Exercise 2. Calculate the derivatives of the previous functions at the point $x_0 = 3$.

Exercise 3. Calculate the third derivatives of the following functions

- $f(x) = \sqrt{x^2 + 1}$,
- $g(x) = \frac{3}{4 + x}$,
- $h(x) = \arccos(x^2 - 15)$,
- $t(x) = \ln(x + 4)$.

Exercise 4. By using Maxima, calculate the Taylor polynomial of order 5 at the point $a = -4$ of the functions of exercise 3. ¿Are the solutions given by Maxima the same solutions that you would obtain? (Please, observe carefully those functions which are not differentiable at $a = -4$).

Exercise 5. Define and represent the following piecewise-defined function:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{x^2 + 2} & \text{if } x < 1, \\ \frac{2x}{x + 5} & \text{if } x \geq 1. \end{cases}$$

Exercise 6. Study if the following piecewise-defined function is continuous at $x_0 = 2$. Next, define and represent it.

$$g(x) = \begin{cases} \tan(x) & \text{if } x < 2, \\ 2x + 1 & \text{if } x \geq 2. \end{cases}$$

Exercise 7. Study if the following piecewise-defined function is continuous at $x_0 = 0$ and $x_1 = 4$. Next, define and represent it.

$$h(x) = \begin{cases} x \sin(x) & \text{if } x \leq 0, \\ 1 + 2x^2 & \text{if } 0 < x \leq 4, \\ 13 + x & \text{if } x > 4. \end{cases}$$

Exercise 8. Study if the following piecewise-defined function is continuous

$$t(x) = \begin{cases} \frac{-x}{a} & \text{if } x \leq 1, \\ \frac{a}{x} & \text{if } x > 1, \end{cases}$$

depending on the value of a .

Functions of several variables.

Instructions: Upload a Maxima file with this format to the virtual campus: Surnames.wmx. In this file each of the exercises will be distinguished making use of sections or inserting text. Moreover, the necessary text to justify the answers to the questions posed must also be added.

Exercise 1. Given the function:

$$f(x, y) = \frac{y - 3x}{x^2 + y^2},$$

1. Define and represent it in a square which does not include the point $(0, 0)$.
2. Calculate the derivatives $\frac{\partial f}{\partial x}$, $\frac{\partial f}{\partial y}$, $\frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x}$ and $\frac{\partial^5 f}{\partial x^2 \partial y^3}$.
3. Determine its gradient.

Exercise 2. Given the function:

$$g(x, y, z) = (\log(xy), \log(yz), \log(zx)),$$

1. Define the components of g called them g_1 , g_2 and g_3 .
2. Calculate the divergence of g .
3. Calculate the rotational of g .

Exercise 3. Given the function $u(x, t) = (x - at)^2 + (x + at)^2$, which depends on a parameter a , calculate the following expression and simplify it as much as possible:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \frac{\partial u}{\partial x} - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

Exercise 4. Study the function $f(x, y) = (x^2 - y)e^{-x^2 - y^2}$ by using the Hessian. Then, represent the function in a rectangle which includes all the critical points.