

Evaluación de un taller de implementación del programa Scilab en Cálculo Numérico

Salcedo, Gustavo A.¹; Chaillou, Lucrecia L.¹

(1) Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

gusalc2.92@gmail.com; lucrechaillou@gmail.com

RESUMEN

La intervención de las TIC en la educación ha generado una evolución en el proceso de enseñanza/aprendizaje, transformando las prácticas tradicionales de enseñanza. El objetivo de este trabajo fue la valoración de un taller de métodos numéricos utilizando el programa libre Scilab en la asignatura Cálculo Numérico. Se trabajó con la resolución de problemas referidos a solución numérica de ecuaciones y regresión lineal. Los estudiantes emplearon sus pseudocódigos de Scilab para obtener la solución de los mismos, corroborando los resultados que obtuvieron manualmente. La evaluación de las actividades se realizó mediante una lista de cotejo referida al grado de participación de los estudiantes, y una encuesta de satisfacción del taller. El análisis de estas herramientas indicó que los estudiantes aplicaron correctamente los pseudocódigos de Scilab, manifestaron la rapidez del programa comparado con la calculadora manual, remarcaron la estrecha relación entre las actividades desarrolladas y el tipo de taller, y concluyeron que utilizarán el programa a futuro, tanto en la vida estudiantil como en la profesional. El taller mejoró la calidad del proceso de enseñanza/aprendizaje de la asignatura, potenciando las habilidades de los estudiantes, y ofreciendo un acercamiento entre las ciencias básicas y las tecnologías.

ABSTRACT

The intervention of ICT in education has generated an evolution in the teaching/learning process, transforming traditional teaching practices. The objective of this work was the evaluation of a numerical methods workshop using the free program Scilab in Numerical Calculus course. We worked with the resolution of problems related to the equations numerical solution and linear regression. The students used their Scilab pseudocodes to obtain their solution, corroborating the results obtained manually. The activities evaluation was carried out through a checklist referring to the degree of participation of the students, and a satisfaction survey of the workshop. The analysis of these tools indicated that the students correctly applied the Scilab pseudocodes, expressed the speed of the program compared to the manual calculator, highlighted the close relationship between the activities carried out and the type of workshop, and concluded that they will use the program in the future, both in student life as well as in professional life. The workshop improved the quality of the teaching/learning process of the subject, enhancing the student abilities, and offering an approach between basic sciences and technologies.

Palabras claves: Cálculo Numérico - TIC - pseudocódigo - Scilab.

Keywords: Numerical Calculus - ITC – pseudocode - Scilab.

1. INTRODUCCIÓN

La producción del conocimiento se incrementó notablemente durante el siglo pasado y continúa maximizándose, ilimitadamente, en el presente. Gran parte de ese conocimiento se generó en universidades, por ello, durante años, la dinámica educativa siguió un paradigma transmisionista. En la actualidad, este paradigma no puede aplicarse por dos motivos: el primero, porque gran parte de la información se renueva rápidamente y el segundo debido a que su gran volumen hace inviable su transmisión (Garrido Rivera et al., 2021). En este sentido, se ha pasado de una relación de dominio del conocimiento a la de gestión de la información. Esto implica modificaciones en la formación y desarrollo de la docencia que impactan en el aprendizaje y la evaluación. Estos cambios, conjuntamente con las perspectivas económicas, la globalización, la influencia de las migraciones y la expansión tecnológica, influyen en la enseñanza universitaria y en las competencias que deben desarrollarse en los futuros profesionales (Alsina et al., 2011).

El dominio que tiene un docente del conocimiento disciplinar de la asignatura a su cargo necesita complementarse con el conocimiento pedagógico vinculado a aspectos inherentes a la comunicación y a la problematización de ideas, juicios y reflexiones, concernientes a la enseñanza, para que los estudiantes logren comprenderlo (Juarros y Levy, 2020).

En el siglo XXI, las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se han convertido en un elemento dinamizador de la educación en general y particularmente de la educación universitaria (Posada et al., 2020). Su uso debe estar dirigido a construir conocimiento y ayudar al aprendizaje, es decir, no es un fin, sino una herramienta para el desarrollo cognitivo. Esto implica una implementación reflexiva que impulse el avance pedagógico del aula que permita lograr una educación de calidad (Valbuena et al., 2021).

El uso de TIC impacta en la motivación de los estudiantes, permite manejar en forma rápida y precisa gran cantidad de información, reduce el tiempo de tareas rutinarias y repetitivas, permite explorar conjeturas en corto tiempo y representar de diferentes formas una situación o problema, entre otros aspectos (Cruz, 2010).

La educación mediada por TIC ha generado una transformación en el proceso

de enseñanza/aprendizaje, modificando las prácticas tradicionales de enseñanza, puesto que implica transformaciones del espacio y del tiempo, la reorganización de los saberes y la redefinición de la comunicación y de las relaciones de autoridad (Dussel, 2018).

Esta transformación implica una serie de exigencias, entre las cuales se pueden mencionar: la necesidad de que docentes y estudiantes adquieran las competencias para que logren aprovechar y optimizar las TIC disponibles; el replanteamiento de los sistemas de evaluación para que esté orientado hacia las competencias adquiridas por el estudiante para solucionar situaciones problemáticas específicas de su carrera; la rigurosidad disciplinar, pedagógica y técnica en el diseño, la implementación, y la evaluación; y la retroalimentación de las mismas (Grisales-Aguirre, 2018).

Dentro de las TIC, la modelización es un recurso ampliamente utilizado para la enseñanza de Ciencias y Matemáticas. Este recurso implica una serie de aspectos vinculados con: la comprensión del proceso de construcción del modelo, a partir de la realidad simplificada y de la teoría, así como de otros elementos externos; su funcionamiento, que depende del tipo de modelo (Teóricos, matemáticos, analógicos, estacionarios, dinámicos, etc.); su capacidad de representación; y su papel en el aprendizaje, puesto que son fuente y medio de conocimiento, permitiendo el aprendizaje en la etapa de construcción y durante su uso, así como también durante su evaluación y revisión (Morrison y Morgan, 1999).

En el área de las Matemáticas, la utilización de recursos TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje constituye una estrategia con tres objetivos fundamentales: motivar al estudiante a que aplique los contenidos teóricos en herramientas interactivas, compruebe la robustez de sus algoritmos en programas específicos y realice simulaciones; favorecer la participación del estudiante en la construcción del conocimiento, orientado por el docente (Grisales-Aguirre, 2018); y fortalecer el sistema educativo, de acuerdo con las necesidades de los profesionales que se pretenden formar en el siglo XXI (Alvarado et al., 2000).

La modelización en Matemáticas favorece el desarrollo del pensamiento matemático y estratégico, la formación de competencias y la descripción de relaciones en situaciones contextuales, entre otros aspectos. Entre las ventajas del uso de TIC en la generación de estos

modelos matemáticos, se pueden mencionar aquellas que permiten: probar la coherencia del modelo con respecto al contexto, utilizar diferentes formas de representación y experimentación, establecer interpolaciones y extrapolaciones, y comparar diferentes opciones para seleccionar el modelo más efectivo y eficiente (Cruz, 2010).

La Matemática Superior, y dentro de ella, el Cálculo Numérico, juegan un papel esencial, puesto que permiten desarrollar un sistema de competencias generales que le permiten al futuro ingeniero resolver problemas relativos a su profesión (Trejo et al., 2013). Entre esas competencias se pueden mencionar las relacionadas con la capacidad de definir, demostrar, identificar, interpretar, recodificar, graficar, modelar, aproximar, resolver, optimizar, comparar y controlar. Además, el uso de herramientas tecnológicas, entre ellas, los softwares específicos, tales como MatLab, Maple, Mathematica, Mathcad, todos bajo licencia, facilitan a estudiantes y docentes la realización de cálculos complejos, el desarrollo del pensamiento lógico y algorítmico, la elaboración de gráficos, la identificación de relaciones y patrones, la validación numérica de resultados analíticos, entre otros aspectos (Morales y Blanco, 2019).

Si bien, la evolución de TIC ha sido notable, es innegable la existencia de la brecha digital puesto que en muchos casos estas herramientas son poco accesibles. Por este motivo, es muy importante el uso de tecnologías libres, es decir, aquellas que se basan en el principio del conocimiento concebido como un bien común, sin restricciones para su acceso (Santaella, 2019).

La implementación de este tipo de tecnologías permite la democratización de la información y en el caso específico de softwares libres, garantizan el acceso a todo el código fuente y la transferencia del conocimiento asociado para su comprensión; la autonomía de modificación, de uso en cualquier área, aplicación o propósito y la libertad de publicación del código fuente y sus modificaciones en función de los objetivos del proceso enseñanza-aprendizaje (González-Mariño, 2007; Santaella, 2019). Entre los softwares libres que se utilizan en Cálculo Numérico se destacan Scilab, Octave, y para tópicos específicos GeoGebra.

Entre las actividades pedagógicas utilizadas para implementar softwares específicos de métodos numéricos, se destaca el taller, puesto que implica seguir un programa corto e intensivo, para grupos

pequeños. Durante su desarrollo, se enfatiza la participación de los estudiantes para que adquieran conocimientos autónomos y colaborativos superando la brecha entre la teoría y la práctica para solucionar problemas (Pimienta Prieto, 2012).

En virtud de lo expuesto, para implementar el uso de un software específico gratuito, se implementó un taller de métodos numéricos utilizando Scilab, con el objetivo de evaluar la participación del estudiante y los resultados obtenidos aplicando el software, así como también, valorar el grado de satisfacción de los estudiantes, una vez concluida la actividad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Cálculo Numérico forma parte de las asignaturas de la disciplina Matemática que transita el alumno de la carrera Ingeniería en Alimentos de la Facultad de Agronomía y Agroindustrias (FAyA) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Se dicta durante el primer cuatrimestre del tercer año de la carrera, con una carga horaria semanal de 8 h. Durante su desarrollo se aplican métodos numéricos para resolver problemas específicos de la ciencia y tecnología de los alimentos.

Antes de finalizar el dictado de la asignatura, se implementó un taller de uso de un software libre. Se seleccionó Scilab en base a las conclusiones del trabajo de Salcedo y Chaillou (2022). El taller se denominó "Solución numérica de ecuaciones y Regresión lineal con Scilab". El objetivo general fue complementar la enseñanza-aprendizaje de contenidos de la asignatura Cálculo Numérico utilizando Scilab como ayuda didáctica para mejorar el aprendizaje. Dado que la asignatura es muy amplia, se seleccionaron dos tópicos de interés. La semana previa al taller, se generó en el aula virtual una nueva pestaña que incluyó el siguiente material didáctico: un tutorial de instalación del software, con un breve detalle de aspectos vinculados a su uso, indicando ventanas de comandos y de edición de algoritmos, explorador de archivos y de variables e historial de comandos; una presentación en Microsoft PowerPoint referida a aspectos teóricos y prácticos de los temas seleccionados, así como también explicaciones para escribir los algoritmos de cada uno de los métodos numéricos utilizados en el lenguaje propio de Scilab (para el cálculo de raíces de ecuaciones, los métodos fueron bisección, regla falsa, Newton-Raphson y Newton

de segundo orden; y para regresión lineal se utilizó el método de mínimos cuadrados); un trabajo práctico con una serie de ejercicios del trabajo práctico N°3, correspondiente al tema solución numérica de ecuaciones no lineales, que fue resuelto en su momento con calculadora utilizando los métodos mencionados; y un problema propio de la Ingeniería en Alimentos, referido a la extracción de β -caroteno a partir de maíz, extraído del trabajo práctico N°5 sobre el tema aproximación funcional, que se resolvió manualmente con calculadora aplicando regresión lineal durante el dictado regular de la asignatura; una lista de cotejo con auto, hetero y coevaluación, referida al grado de participación de los estudiantes; una lista de cotejo con heteroevaluación para evaluar la presentación escrita de la resolución del trabajo práctico y una encuesta de satisfacción de la actividad.

Durante el taller, el docente a cargo explicó en detalle las características del software y a partir de los algoritmos de los diferentes métodos utilizados para solución numérica de ecuaciones y regresión lineal, orientó a los estudiantes para que escribieran el pseudocódigo correspondiente en el lenguaje de programación del software mencionado. Luego, los estudiantes aplicaron los pseudocódigos para obtener la solución de los ejercicios y las situaciones problemáticas propuestas, corroborando los resultados que obtuvieron manualmente. Utilizando el módulo de graficación de Scilab, graficaron las funciones asociadas a las ecuaciones planteadas identificando las raíces, así como también la recta de ajuste a los datos experimentales del problema de regresión. La actividad se desarrolló en 4 h con un intervalo de 20 min. Los estudiantes instalaron varios días antes de la actividad el software, siguiendo las explicaciones de un video que se subió al aula virtual de la asignatura y tuvieron a disposición los lineamientos generales del pseudocódigo del programa. Cursaron la asignatura 6 alumnos, durante marzo a junio de 2022, de los cuales sólo 4 pudieron asistir al taller.

Al finalizar la actividad, se solicitó a los estudiantes que completaran una lista de cotejo referida a su grado de participación en el taller, y una encuesta de satisfacción. Se les pidió también, que entregaran el trabajo práctico con las salidas Scilab para cada ejercicio, el cual fue evaluado por el docente mediante una lista de cotejo.

La lista de cotejo para la evaluación del grado de participación incluyó auto, hetero y coevaluación, de 8 indicadores o evidencias referidas a: trae los materiales necesarios; es puntual; presta atención y es activo; plantea interrogantes; maneja el software (que incluyó: escribe el algoritmo de cada método usando el lenguaje Scilab; establece bucles y contadores; maneja la consola de comandos para introducir variables, cota de error y número de iteraciones); resuelve las situaciones problemáticas de la guía de trabajos prácticos correspondiente (este indicador involucró: corrige errores del programa de cada método y comprueba que funcione adecuadamente, selecciona el método más adecuado, grafica identificando a la raíz, introduce variables de entrada, selecciona correctamente el método de regresión, realiza con el software el diagrama de dispersión, modela la recta de regresión, identifica e interpreta la pendiente y la ordenada al origen, compara los resultados del software con los que obtuvo con calculadora); respeta al docente y a sus compañeros; plantea interrogantes y hace generalizaciones de cada tema. Se utilizó una escala de 1 a 10 puntos.

La lista de cotejo para evaluar la presentación del trabajo práctico presentó 7 indicadores de logro: entrega a tiempo y en forma prolija, identifica comandos para matrices, aplica comandos adecuadamente y traduce algoritmos al pseudocódigo de Scilab, identifica variables, plantea adecuadamente el problema, e introduce adecuadamente los datos en Scilab, obtiene resultados correctos de los problemas planteados, presenta la solución en Scilab. Se consideraron 5 ejercicios de las guías de trabajos prácticos correspondientes, se utilizó la escala dicotómica sí/no, contabilizándose las respuestas positivas para establecer la siguiente calificación: Excelente trabajo: 7; Muy buen trabajo: 5-6; Regular trabajo: 4; No cumple con el objetivo, debe mejorar: 1 a 3. La calificación final se calculó como el promedio de las parciales.

En la encuesta de satisfacción del taller se plantearon diez aspectos, mediante interrogantes y consignas, para que los estudiantes respondieran libremente. Estos aspectos fueron:

¿El lenguaje técnico del taller fue fácil de comprender?; ¿El material que ofreció el curso cubre todos los temas explicados?; Mencione cuáles son los temas que se abordaron de forma adecuada y completa; mencione los temas que no se desarrollaron claramente; ¿Cómo califica el tiempo de respuesta al tener una duda durante el

taller?; ¿Las actividades realizadas fueron congruentes en cuanto al tipo de taller?; ¿Considera que la organización del taller fue la adecuada?; ¿Siente que sus conocimientos y habilidades han mejorado luego de asistir al taller?; ¿Piensa que podrá aplicar en el futuro lo aprendido? y haga las sugerencias que considere oportunas.

3. RESULTADOS

Los alumnos concurrieron al taller con todos los materiales necesarios, incluido el software en cada computadora personal (En la plataforma virtual de la cátedra, unos días antes del dictado del taller, se suministró información sobre la instalación de Scilab). Se destacó la puntualidad y disciplina de los mismos. Al tratarse de una actividad con una dinámica diferente, se despertó el interés en el alumnado, lo que se vio traducido en la concurrencia, el entusiasmo, la formulación de preguntas y la actitud proactiva.

Durante la presentación del taller se exhibieron y se explicaron los pseudocódigos para cada método. Luego, los estudiantes pudieron escribirlos en el editor Sci Notes de Scilab, utilizando bucles y contadores.

Se presentó un problema de aproximación funcional, referido a la cuantificación de β -caroteno (Variable dependiente) en granos de maíz (Variable independiente). Los estudiantes ingresaron los datos en la consola de comandos y utilizaron el pseudocódigo adecuado para calcular los coeficientes de regresión lineal. En la Fig.1, este primer paso corresponde al denotado como PS1.

Además, con los valores de la pendiente y la ordenada al origen de la recta de regresión, los alumnos utilizaron un segundo pseudocódigo para realizar un gráfico de dispersión (En la Fig.1 se indica como PS2). Por último, mediante los comandos adecuados se calcularon los estadísticos de posición y de tendencia central correspondientes (En la Fig. 1 corresponden a C1).

| | |
|---|-----|
| <pre>X1=[1,0.1;1,0.4;1,0.5;1,0.7;1,0.8;1,0.9] X=[0.1;0.4;0.5;0.7;0.8;0.9] Y=[0.61;0.92;0.99;1.52;1.47;2.03] b=(X1'*X1)\(X1'*Y)</pre> | PS1 |
| <pre>function [y]=funcion(x) y=1.6576923*x+0.3173077 endfunction x=0:0.1:1; plot2d(x,funcion(x)); xgrid(5); plot(X,Y,'o');</pre> | PS2 |
| <pre>r = correl(X,Y); det = r^2; xmedia = mean(X); ymedia = mean(Y); a = stdev(Y); cv = (a/ymedia)*100; printf("\n Coeficiente de correlación= %12.8f\n",r); printf("\n Coeficiente de determinación =%12.8f\n", det); printf("\n Promedio de variable independiente=%12.8f\n", xmedia); printf("\n Promedio de variable dependiente=%12.8f\n", ymedia); printf("\n Desviación estándar=%12.8f \n", a); printf("\n Coeficiente de variación =%12.8f\n", cv);</pre> | C1 |

Figura 1. Pseudocódigo utilizado para resolver el problema de regresión lineal.

En la Fig. 2 se presenta la respuesta del programa. La salida correspondiente al cálculo de los coeficientes de regresión se presenta en la Fig.2 (a); a continuación, el gráfico (Fig. 2 (b)) y por último los estadísticos de regresión (Fig. 2. (c)). Se realizó la identificación e interpretación de cada respuesta, analizando el coeficiente de correlación, de determinación, la media de las variables dependiente e independiente, la desviación estándar y el coeficiente de variación y se obtuvieron conclusiones al respecto.

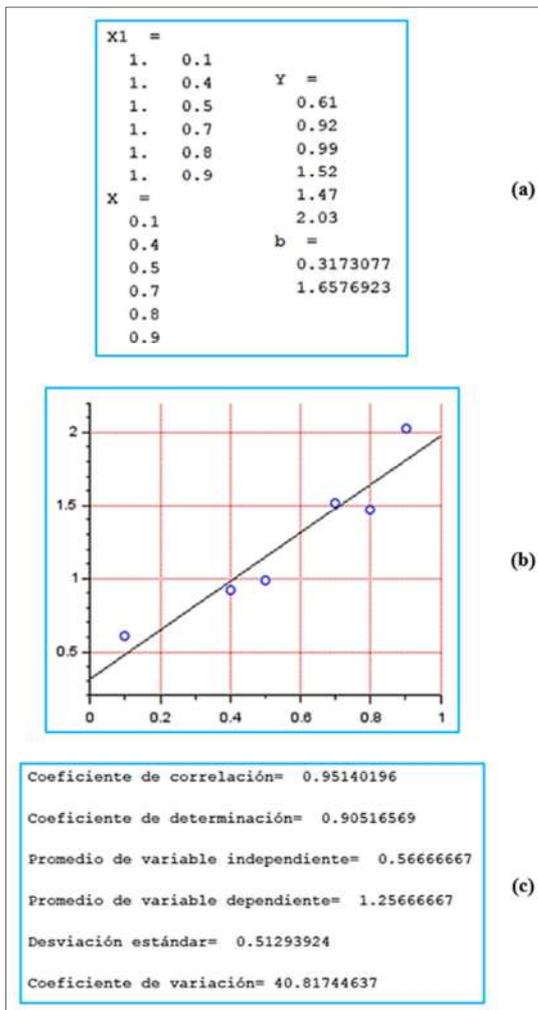


Figura 2. Captura de la resolución de un problema de aproximación funcional mediante el pseudocódigo en Scilab.

Posteriormente, se presentó un problema cuya solución puede obtenerse aplicando métodos numéricos de cálculo de raíces de una ecuación. Para explicar la introducción de variables, las primeras aproximaciones a la raíz de una ecuación, las cotas de error e iteraciones, se seleccionaron los métodos de bisección y falsa posición.

Luego de la presentación de los pseudocódigos, y ante el planteo de un problema referido a calcular la raíz de la ecuación $e^{-x} - x = 0$, los estudiantes utilizaron la función “plot2d” para graficar y encontrar una aproximación inicial a la raíz (Fig. 3).

A continuación, los estudiantes escribieron los pseudocódigos de ambos métodos, solicitando orientación y explicaciones en algunas sentencias (Fig. 4 y 5).

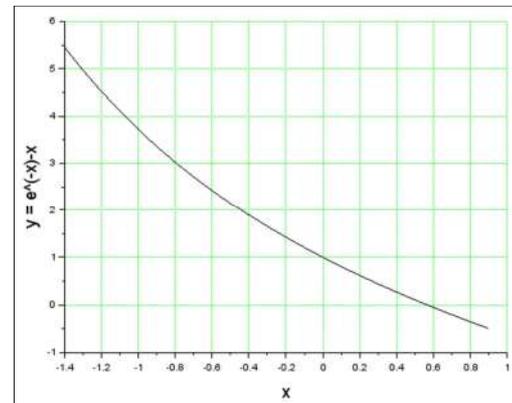


Figura 3. Gráfico de la función $f(x) = e^{-x} - x$.

```
function [y]=funcion(x)
    y=(%e^(-x)-x)
endfunction
x=-1.4:0.1:1;
plot2d(x,funcion(x)); xgrid(3);
xlabel("x", "fontsize",4,"color","black");
ylabel("y = e^(-x)-x", "fontsize",4,"color",
"black")
i=1; clc
a=input("\n Ingrese el límite inferior del
intervalo para esta función:");
b=input("\n Ingrese el límite superior del
intervalo para esta función:");
errordeseado=input("\n Ingrese el porcentaje
de error permitido para solucionar esta
ecuación:");
fa=feval(a,funcion); fb=feval(b,funcion);
xr=(a+b)/2; Error=100
while (Error>=errordeseado)
    fxr=feval(xr,funcion);
    caso1=fa*fxr; caso2=fb*fxr;
    if(caso1<0)
        b=xr;
        fb=fxr;
        valoranterior=xr;
        xr=(a+b)/2; valoractual=xr;
    end
    if(caso2<0)
        a=xr;
        fa=fxr;
        valoranterior=xr;
        xr=(a+b)/2; valoractual=xr;
    end
    Error=abs((0.56714329-
valoractual)/0.56714329)*100;
    printf("%1.0f %1.5f
%1.5f\n",i,xr,Error);
    i=i+1
end
printf("\n Raiz=%12.8f\n",valoractual);
printf("Con un error del %f porciento
\n",Error);
printf("Tras %d iteraciones",i);
```

Figura 4. Pseudocódigos para la solución numérica de la ecuación $e^{-x} - x = 0$, por el método de bisección.

```
function [y]=funcion(x)
    y=(%e^(-x)-x)
endfunction
x=-1.4:0.1:1;
plot2d(x,funcion(x)); xgrid(3);
xlabel("x", "fontsize",4,"color","black");
ylabel("y = e^(-x)-
x", "fontsize",4,"color","black");
i=1; clc
a=input("\n Ingrese el limite inferior del
intervalo para esta función:");
b=input("\n Ingrese el limite superior del
intervalo para esta función:");
errordeseado=input("\n Ingrese el porcentaje
de error permitido para solucionar esta
ecuación:");
fa=feval(a,funcion); fb=feval(b,funcion);
xr=b-(fb*((a-b)/(fa-fb))); Error=100
while(Error>=errordeseado)
    fxr=feval(xr,funcion);
    caso1=fa*fxr; caso2=fb*fxr;
    if(caso1<0)
        b=xr;
        fb=fxr;
        valoranterior=xr;
        xr=b-(fb*((a-b)/(fa-fb)));
    valoractual=xr;
    end
    if(caso2<0)
        a=xr;
        fa=fxr;
        valoranterior=xr;
        xr=b-(fb*((a-b)/(fa-fb)));
    valoractual=xr;
    end
    Error=abs((0.56714329-
valoractual)/0.56714329)*100;
    printf("%1.0f%1.5f%1.5f\n",i,xr,Error);
    i=i+1
end
printf("\n Raiz=%12.8f\n",valoractual);
printf("Con un error del %f por ciento
\n",Error);
printf("Tras %d iteraciones",i);
```

Figura 5. Pseudocódigos para la solución numérica de la ecuación $e^{-x} - x = 0$, por el método de la falsa posición.

La introducción de datos y resolución de un problema de cálculo de raíces en Scilab mediante el método de bisección y falsa posición se presenta en las Fig. 6 y 7, respectivamente.

```
\n Ingrese el límite inferior del intervalo
para esta función:0
\n Ingrese el límite superior del intervalo
para esta función:1
\n Ingrese el porcentaje de error permitido
para solucionar esta ecuación:4
1 0.75000 32.24171
2 0.62500 10.20143
3 0.56250 0.81872
Raiz= 0.56250000
Con un error del 0.818715 por ciento
Tras 4 iteraciones
```

Figura 6. Salida del programa mediante el método de bisección de la ecuación $e^{-x} - x = 0$.

Los errores detectados por el programa durante la escritura del pseudocódigo por parte de los estudiantes, estuvieron vinculados a la falta de alguna parte del pseudocódigo (alguna función y

símbolos tales como comilla y punto y coma), los cuales fueron corregidos.

```
\n Ingrese el límite inferior del
intervalo para esta función:0
\n Ingrese el límite superior del
intervalo para esta función:1
\n Ingrese el porcentaje de error
permitido para solucionar esta ecuación:4
10.572180.88833
Raiz= 0.57218141
Con un error del 0.888333 por ciento
Tras 2 iteraciones
```

Figura 7. Respuesta del programa mediante el método de la falsa posición de la ecuación $e^{-x} - x = 0$.

Los estudiantes pudieron comparar los resultados obtenidos por el software con la calculadora científica, y establecieron que no sólo se manifiesta la rapidez de Scilab sobre la calculadora, sino también que el programa detecta errores de tipeo, indicando la línea para su corrección.

Durante el desarrollo del taller, se percibió el respeto de los participantes hacia el profesor a medida que se desarrollaba cada problema en el taller, así como también hacia sus compañeros, siendo perseverantes ante cualquier dificultad técnica o de comprensión de sus pares.

Los interrogantes planteados por los alumnos estuvieron vinculados a la búsqueda de alternativas para obtener pseudocódigos más concisos, aunque señalaron que los presentados en clase contenían exactamente la información solicitada para la resolución de cada problema. De hecho, las nuevas versiones de Scilab permitirán a futuro trabajar con funciones más concentradas, como maneja el software Matlab (sólo que este último no es un software libre). Se observó que los alumnos pudieron apropiarse y generar conocimientos sobre los temas desarrollados ya que plantearon nuevas preguntas sobre los métodos y sus algoritmos, analizaron los resultados y debatieron sobre el significado del resultado numérico en la situación problemática planteada. En el último problema fue evidente la autonomía de los estudiantes para seleccionar el método, escribir el algoritmo en el lenguaje de Scilab, cargar los datos, ejecutar las sentencias y obtener el resultado correcto, que les permitió corroborar el resultado obtenido manualmente con calculadora.

En los resultados de la lista de cotejo referida al grado de participación del alumnado en el taller no se observaron diferencias notables en la auto, hetero y coevaluación. Todos los estudiantes trajeron los materiales necesarios, fueron

puntuales, se mostraron activos durante todo el taller, consultaron, hicieron preguntas, aplicaron las explicaciones del docente. Manejaron el software, pero dos estudiantes mostraron dificultades debidas, posiblemente, a la falta de práctica con la computadora y con el programa, en especial en los bucles necesarios para el algoritmo del método de regla falsa. Con la orientación del docente escribieron los algoritmos de los métodos de solución numérica de ecuaciones no lineales, los ejecutaron en Scilab y obtuvieron el resultado correcto, así como también los gráficos de las funciones con sus ceros correspondientes. Todos seleccionaron adecuadamente el método de regresión adecuado para cada problema. Dos alumnos tuvieron dificultades para llegar al resultado debido a errores en la carga de datos de entrada. Encontraron los estimadores de la recta de ajuste, identificando pendiente y ordenada al origen, cuyos valores numéricos permitieron corroborar los resultados que obtuvieron previamente en forma manual, utilizando calculadora. Además, con el módulo de graficación de Scilab, hicieron el gráfico de dispersión de los datos experimentales y la recta de ajuste.

La lista de cotejo reflejó lo que se observó en clase, es decir, que todos los estudiantes plantearon interrogantes como, por ejemplo, la selección adecuada del método de cálculo de raíces de los ejercicios planteados e hicieron generalizaciones con respecto al impacto de una serie de valores numéricos de la pendiente y la ordenada al origen de la recta de ajuste del problema de regresión.

Con respecto a la encuesta de satisfacción del taller, los alumnos manifestaron que se comprendió adecuadamente el lenguaje técnico, manifestando que tuvieron una actividad similar en la asignatura Computación del plan de estudios de la carrera Ingeniería en Alimentos, pero en la instancia realizada en el taller de Cálculo Numérico tuvieron problemas de aplicación vinculados con situaciones propias de la actividad profesional del ingeniero.

Los alumnos indicaron que todos los temas se abordaron de forma adecuada y completa, además, señalaron la estrecha vinculación con lo aprendido en las clases teóricas y de resolución práctica utilizando calculadora.

Todos indicaron que los temas se desarrollaron claramente, salvo un alumno, quien expuso haber tenido inconvenientes con el ejercicio resuelto con el método de Newton-Raphson.

Tomando como referencia el tiempo de respuesta ante una duda durante el dictado del taller, los alumnos indicaron que se respondió de manera rápida y clara. Además, remarcaron la congruencia entre las actividades desarrolladas y el tipo de taller, asumiendo que estas herramientas podrán utilizarlas posteriormente, no sólo en la vida estudiantil, sino también en la actividad profesional.

En cuanto a la organización del taller, los alumnos indicaron que fue muy buena. Además, manifestaron la influencia positiva del taller puesto que amplió sus conocimientos y habilidades para resolver problemas de ingeniería a través de los métodos numéricos. Recalaron que este fortalecimiento estuvo asociado a las herramientas gráficas del propio software, y también al breve tiempo de respuesta del mismo.

Como sugerencias finales, un alumno propuso el dictado del taller en un tiempo más prolongado, para poder abordar una mayor cantidad de problemas de ingeniería; mientras que un segundo alumno planteó la posibilidad de darle más participación a los estudiantes en el armado de los pseudocódigos correspondientes.

Considerando los aspectos positivos del taller y las sugerencias de los estudiantes en la encuesta de satisfacción, se implementarán actividades didácticas utilizandola misma modalidad referidas a otras unidades temáticas de la asignatura, entre ellas, sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, aproximación polinomial y problemas de contorno. Además, estos nuevos talleres permitirán comparar sus resultados con los obtenidos anteriormente para elaborar conclusiones sobre la efectividad del uso de softwares libres en la enseñanza del Cálculo Numérico a nivel de carrera de grado.

4. CONCLUSIONES

El uso de las TIC para mejorar la calidad del proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias y la matemática, es actualmente una necesidad didáctica actual, en especial, como forma de ayudar a potenciar el desarrollo de las habilidades científicas, tan necesarias en la sociedad del conocimiento. Es así como, las TIC de manera articulada entre lo técnico y lo pedagógico ofrecen a los estudiantes un acercamiento interesante e interactivo a las ciencias y la matemática, además de que permite adaptarlos al nivel educativo correspondiente para el logro de la construcción del conocimiento.

5. REFERENCIAS

- Alsina, R., et al. (2011). *Evaluación por competencias en la universidad: las competencias transversales*, Llibres Universitat (IDP-ICE, Octaedro), pp. 64. ISSN, en línea. DOI: <http://hdl.handle.net/2445/145000>. URL: <https://www.upv.es/entidades/ICE/info/EnsenyarCompetenciasUniversidad.pdf>.
- Alvarado, L., Aragón, R., Bretones, F. (2020). Teachers' attitudes towards the introduction of ICT in ecuadorian public schools., *TechTrends*, 64, 498-505. <https://doi.org/10.1007/s11528-020-00483-7>.
- Cruz, C. (2010). La enseñanza de la modelación matemática en ingeniería, *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 25(3), 39-46. Recuperado el 23 de noviembre de 2022, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S079840652010000300005&lng=es&tln_g=es.
- Dussel, I. (2018). ¿Nuevas formas de enseñar y aprender?, *Revista Perfiles Educativos*, XL, número especial, IISUE-UN.
- Favieri, A., Williner, B., Scorzo, R. (2010). Análisis de la valoración de un taller de informática de la Asignatura análisis matemático I por parte de los alumnos. *Conferencia en Segundas Jornadas para Profesores de Matemática*, DOI: 10.13140/2.1.1958.8169. Fecha de acceso: 22 nov. 2022.
- Garrido Rivera, A., Salgado Díaz, F., Soto Caro, C., Blanc España, P. (2021). Competencias genéricas en la práctica profesional de la carrera Ingeniería Civil Eléctrica. El discurso entre la academia y la industria. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*, 29(2), 214-228. <https://dx.doi.org/10.4067/S071833052021000200214>.
- González-Mariño, J. C. (2007). B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en educación superior. *CienciaUAT*, 1(3), 60-66. Recuperado a partir de <https://revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/477>.
- Grisales-Aguirre, A. M. (2018). Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas, *Entramado*, Julio - diciembre, 2018. vol. 14, no. 2, p. 198-214. <http://dx.doi.org/10.18041/19003803/entramado.2.4751>.
- Juarros, M. F., Levy, E. (2020). Módulo 1: La práctica docente en la educación a distancia, *La relación pedagógica mediada por tecnologías. Pedagogía crítica y didáctica en la enseñanza digital*. Ministerio de Educación de la Nación.
- Morales, Y., Blanco, R. (2019). Análisis del uso de software para la enseñanza de la matemática en las carreras de ingeniería, *Transformación*, 15 (3), 367- 382.
- Morrison, M., Morgan, M. S. (1999). Models as mediating instruments. En M. S. Morgan and M. Morrison (eds.), *Models as mediators: Perspectives on Natural and Social Science* (pp. 10-37). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511660108.003>.
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson Educación.
- Posada, R. C., Martínez, R. B., Posada, G. E. C. (2020). Miradas a las tendencias y desafíos de la educación mediada por TIC según reportes internacionales, *Opuntia Brava*, 12(4), 283-292.
- Salcedo, G. A., Chaillou, L. L. (2022). Estudio comparativo de softwares libres para Cálculo Numérico, *Actas de XV Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA*, 286-289.
- Santaella, S. R. (2019). El docente universitario como promotor de la educación mediada por las tecnologías de información y comunicación libre, *In Crescendo*, [S.l.], v. 9, n. 3, p. 399 - 415, ene. 2019. ISSN 2307-5260. Disponible en: <https://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increcendo/article/view/2048>. fecha de acceso: 22/11/2022.
- Trejo E., Camarena P., Trejo N. (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica, *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. [Internet] [citado octubre 2013] ;11 (Número especial dedicado a EngineeringEducation): 397-424. Disponible en: <http://red-u.net>
- Valbuena, S., Rodríguez, D., Tavera, A. (2021). Perfiles de competencias TIC en la práctica educativa ante el reto de la enseñanza remota, *Sophia*, 17(1), 1-13. <http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.17v.1i.105>.