

Integración de contenidos de Álgebra lineal utilizando Scilab: un estudio exploratorio con estudiantes de Ingeniería

Benites, J. F.¹; Salcedo, G.¹; Chaillou L. L.¹

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

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

Resumen

La alfabetización digital en el ámbito universitario permite desarrollar habilidades de gestión de nuevas herramientas, programas, dialectos y redes, mejorando la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto para profesores como para los estudiantes. Por ello, para integrar los contenidos de la asignatura Álgebra y Geometría Analítica se empleó el programa Scilab. La herramienta didáctica para su implementación fue un taller durante el cual los alumnos, con la orientación de los docentes, trabajaron con diferentes comandos necesarios para la resolución de los temas: matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones. Los instrumentos de evaluación utilizados fueron dos listas de cotejo, una referida a la participación de los alumnos y otra para evaluar el trabajo práctico que consistía en la resolución con Scilab de dos situaciones problemáticas contextualizadas; y una encuesta referida al grado de satisfacción del taller. En general, los resultados indicaron un buen grado de participación y de satisfacción de los estudiantes, así como un buen nivel de logro en los aspectos evaluados en el trabajo práctico. El taller de alfabetización digital se presenta como una alternativa interesante para desarrollar el pensamiento crítico y analítico, así como también para integrar contenidos y desarrollar nuevas competencias.

Abstract

Digital literacy in the university environment allows the development of management skills for new tools, programs, dialects and networks, improving the quality of the teaching-learning process, both for teachers and students. Therefore, to integrate the contents of the subject Algebra and Analytical Geometry, the Scilab program was used. The didactic tool for its implementation was a workshop during which the students, with the guidance of the teachers, worked with different commands necessary to solve the topics: matrices, determinants and systems of equations. The evaluation instruments used were two checklists, one referring to student participation and the other to evaluate the practical work that referred to the solving of two contextualized problem situations with Scilab; and a survey referring to the degree of satisfaction of the workshop. In general, the results indicated a good degree of participation and satisfaction of the students, as well as a good level of achievement in the aspects evaluated in the practical work. The digital literacy workshop is presented as an interesting alternative to develop critical and analytical thinking, as well as to integrate content and develop new skills.

Palabras clave: Álgebra - matrices - Scilab - sistemas de ecuaciones lineales

Keywords: Algebra - matrices - Scilab - linear system equations

1. INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XIX, el Mundo ha estado en permanente transformación tecnológica, la cual fue determinante para el desarrollo económico de las últimas centurias. Como consecuencia de esto, la producción en la industria y la obsolescencia de

los puestos de trabajo aumentaron considerablemente (Weller, 2020).

En la actualidad, las transformaciones económicas surgen a partir de nuevas tecnologías basadas en ciencias de la computación y de los materiales (Vidal et al., 2019), las cuales generan brechas entre los requerimientos de los sistemas

productivos y la formación adquirida en los sistemas educativos (Gontero y Zambrano, 2018). Es necesario, entonces, que estos sistemas se adecuen a las nuevas exigencias del mercado laboral y de la sociedad, mediante procesos de alfabetización digital (Cabrol y Severin, 2010).

En la educación superior se identificaron brechas importantes vinculadas al insuficiente uso de tecnologías, al desfasaje en la difusión de la ciencia y de la tecnología, a las dificultades en la integración de diferentes disciplinas y a la poca flexibilidad en programas educativos, entre otros aspectos (Zúñiga, et al., 2020). Para subsanar estas disparidades se debe adaptar e innovar en educación para preparar a los estudiantes para enfrentar el cambio permanente, el manejo de la incertidumbre y la autoorganización. Además, la pandemia por el virus SARS-CoV-2 evidenció que la incorporación de tecnologías digitales impulsa el progreso sostenible, y en el aspecto educativo, la formación de los estudiantes, ya que la información está a su disposición, los entornos de aprendizaje son más flexibles, se potencia la formación multimedia, se favorece el aprendizaje colaborativo e independiente, se ofrecen nuevas posibilidades de orientación y se facilita la orientación permanente (Salado et al., 2020).

El avance de la tecnología demanda profesionales con sólida formación en diversas ciencias, entre ellas, la Matemática con capacidad de adaptación y respuesta a los requerimientos del entorno. Esas competencias están vinculadas con la implementación y el uso de nuevas tecnologías (García et al., 2020).

La Matemática es una disciplina fundamental para el desarrollo intelectual, lógico y crítico, en los diferentes entornos de una persona. Dentro de los métodos aplicados para su enseñanza, se distinguen dos muy utilizados, uno orientado a procesos algorítmicos para solucionar problemas tradicionales y otro enfocado en demostraciones y formulismo matemático, que no aporta en la construcción de conocimientos (Lasso Cardona y Conde Rodríguez, 2021). Está incluida tanto en educación básica como universitaria, pero presenta dificultades en el proceso enseñanza-aprendizaje, atribuible a factores sociales

(Palmas, 2018), económicos, pedagógicos, epistemológicos (Cruz Portillo, et al., 2019), al tipo de educación (pública o privada), a la metodología de enseñanza y a factores psicológicos (Jiménez et al., 2020).

Para abordar esa problemática, se utilizan metodologías más dinámicas que potencien las competencias de los estudiantes, entre ellas se pueden mencionar: aprendizaje mediante problemas vinculados a la carrera que cursan, que incluyan la comunicación, la argumentación y la participación del estudiante en el proceso (Valbuena et al., 2020); aprendizaje basado en la aplicación de las fórmulas y definiciones a situaciones problemáticas de otras materias (Olarde, 2020); aprendizaje basado en la comunicación docente-estudiante y la aplicación de recursos tecnológicos (Solar, 2018).

En las carreras de Ingeniería, el cálculo mental y el razonamiento matemático son habilidades necesarias que deben ser desarrolladas y entrenadas, las cuales dan un nivel superior de pensamiento (Gürbüz y Erdem, 2016). Una de las asignaturas básicas de su plan de estudios es el Álgebra Lineal y Geometría Analítica, que aporta al perfil del estudiante, la capacidad de desarrollar un pensamiento lógico, heurístico y algorítmico que le permitirá modelar diversos tipos de fenómenos por medio de aproximaciones lineales y resolverlos, así como también, resolver problemas aplicados a la vida ordinaria, a las ciencias y a las ingenierías. Al igual que otras asignaturas del área disciplinar, el proceso enseñanza-aprendizaje presenta dificultades vinculadas con su naturaleza epistemológica que generalmente presenta los objetos de estudio en forma abstracta y sin vinculación e interpretación física o geométrica, y con el uso de diferentes tipos de lenguajes (Oktaç y Trigueros, 2010). Para abordar esas dificultades se han propuesto diferentes metodologías que coinciden en apartarse de la abstracción y del formulismo, para centrarse en la aplicación de los contenidos para solucionar situaciones problemáticas propias de otras asignaturas de su plan de estudios y vinculadas a la carrera para la cual se imparte la

materia, con énfasis en la utilización de tecnología (Costa y Vacchino, 2007; Costa y Justo, 2015).

La vertiginosa difusión de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y el creciente desarrollo de diversos programas científicos, producen cambios relevantes en los procesos formativos en matemáticas, puesto que permiten la generación de nuevos y mejores recursos didácticos y de autoaprendizaje; así como también una nueva forma de crear y difundir conocimientos o experiencias cognitivas. Es decir, las TIC acompañan a la reconceptualización de los saberes (Vinueza y Gallardo, 2017). Si bien existen numerosos programas específicos, tales como MatLab, Maple, Mathematica, Mathcad, deben ser adquiridos a través de una membresía de pago, impidiendo el acceso de muchos estudiantes. 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. El programa libre se ha convertido en una opción viable para el sector educativo en sus distintas modalidades, ya que se puede incorporar una diversidad de recursos tecnológicos que permite el acceso a un sistema de formación integral, sin barreras o dependencias tecnológica (Santaella, 2019).

Entre las actividades pedagógicas utilizadas para implementar programas específicos de métodos numéricos, se destaca el taller, puesto que implica seguir un programa corto e intensivo, para grupos pequeños, en el que se enfatiza la participación de los estudiantes para que desarrollen 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 programa específico gratuito, se utilizó como herramienta un taller de integración de contenidos de Álgebra utilizando Scilab. Los objetivos fueron de evaluar la participación del estudiante, analizar los resultados que obtuvieron aplicando el programa, y valorar su grado de satisfacción una vez concluida la actividad.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La asignatura Álgebra y Geometría Analítica formó parte del área de Matemática del plan de

estudios de la carrera de 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 primer año de la carrera, con una carga horaria de 10 hs semanales. Durante su desarrollo se aplican los contenidos del Álgebra lineal para resolver problemas específicos de la carrera. Antes de finalizar el dictado se implementó un taller denominado “Tutorial de resolución de ejercicios y problemas de Álgebra lineal con Scilab”, durante el cual los docentes explicaron en detalle las características del mismo, así como también los comandos necesarios para resolver operaciones con matrices, cálculo de inversa y de transpuesta de una matriz, determinantes y sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, utilizando funciones y comandos del programa. Para la resolución de sistemas de “m” ecuaciones algebraicas lineales con “n” incógnitas cada una, se utilizaron algoritmos en lenguaje Scilab correspondientes al método de Gauss-Jordan, la Regla de Cramer y el Teorema de Cramer.

Durante el taller los estudiantes resolvieron ejercicios referidos a los tópicos mencionados en el párrafo anterior y dos problemas contextualizados de la industria alimentaria. El primer problema se refirió a una fábrica de mermeladas, cuyo jefe de planta necesitaba conocer la relación entre cantidad y calidad de materias primas e insumos y sus costos necesarios para producir un determinado volumen de producto terminado. La segunda situación problemática se refirió a una fábrica de flanes en polvo, en la cual el ingeniero a cargo debía calcular el número de lotes que se podían elaborar, simultáneamente, de tres sabores diferentes, considerando el stock de tres materias primas. Los estudiantes recibieron la orientación de los docentes para que seleccionaran el método de resolución y lo aplicaran a los problemas propuestos, corroborando los resultados que obtuvieron manualmente.

El taller fue optativo, tuvo una duración de 2:20 h con un intervalo de 20 min. Los estudiantes instalaron el programa, varios días antes de la actividad, siguiendo las explicaciones de un video disponible en el aula virtual de la asignatura. Además, contaron con una guía de algoritmos en el lenguaje del programa Scilab para resolver numéricamente cada una de las actividades propuestas de ejercitación y de aplicación. La

cantidad de alumnos que cursaron la asignatura durante marzo a junio de 2022 fue 46 estudiantes, Las herramientas de evaluación del taller fueron una lista de cotejo referida a la participación del estudiante en el taller, una encuesta de satisfacción y una lista de cotejo empleada por el docente para evaluar el trabajo práctico con las salidas Scilab para cada ejercicio.

La primera lista de cotejo incluyó auto, hetero y coevaluación. Se consideraron 10 indicadores o evidencias referidas a: trae los materiales necesarios; es puntual; presta atención y es activo; plantea interrogantes; responde a las consignas (que incluyó: identifica comandos para matrices; identifica los métodos de resolución de sistemas de ecuaciones y sus sentencias; selecciona adecuadamente comandos y sentencias; explicita el sistema de ecuaciones en forma desarrollada y matricial; selecciona el método adecuado para resolverlo; aplica las sentencias y comandos de Scilab); es meticuloso en la lectura de la información generada y su registro; actúa colaborativamente con sus compañeros de grupo; respeta al docente y a sus compañeros; y hace generalizaciones de cada tema. Se utilizó una escala de 1 a 10 puntos.

La segunda lista de cotejo se utilizó para la heteroevaluación del trabajo práctico que consistía en la resolución con Scilab de dos situaciones problemáticas propias de la industria alimentaria. Se consideraron 7 indicadores de logro: entrega a tiempo y en forma prolija, identifica comandos para matrices; aplica los comandos correctamente; obtiene resultados correctos de ejercicios; identifica las variables de los problemas, plantea adecuadamente el sistema de ecuaciones e introduce los datos en Scilab y presenta la solución en Scilab.

Se utilizó una escala dicotómica SI/NO, como respuesta a cada uno de los interrogantes planteados. Se asignó el valor 1 a cada respuesta SI y 0 a la respuesta NO, de manera que la calificación asignada según el puntaje total de respuestas positivas fue: 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 calcula como el promedio de las parciales.

La encuesta de satisfacción del taller incluyó los siguientes interrogantes: ¿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

de los cuales 17 participaron en el taller.

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. Las alternativas de respuesta a las preguntas indicadas anteriormente fueron para algunas: muy fácil, fácil, poco fácil y difícil; para otras poco adecuado, adecuado y muy adecuado; y de selección de cada tema abordado en forma completa. Se contabilizaron las opciones seleccionadas por los estudiantes para establecer los porcentajes de las respuestas de cada pregunta.

Seguidamente, se presentó el planteo de las dos situaciones problemáticas del trabajo práctico:

Situación problemática 1: Se denomina Mermelada, a la confitura elaborada por cocción de frutas (entera, en trozos, pulpa, jugo normal o concentrado) con uno o más edulcorante. El producto terminado deberá contener una cantidad no menor a 65% de sólidos solubles, determinados por refractometría. Las características mínimas de materias primas para la elaboración de una mermelada son las siguientes: Frutas: debe ser lo más fresca posible, también se utilizan combinaciones de frutas maduras y las que recién han comenzado su maduración.

Azúcar: importante en la gelificación cuando se combina con la pectina.

Ácido cítrico: importante en la gelificación aporta brillo, color, sabor y ayuda a evitar la cristalización del azúcar y extraer la pectina.

Pectina: presente en las membranas de las células, la cantidad depende de la maduración de la fruta. Se utiliza por su capacidad para formar geles en presencia de azúcar y ácido.

A continuación, se presenta la materia prima necesaria para elaborar mermeladas de diferentes sabores en dos calidades diferentes. En cada lote de preparación se elaboran 100 kg de producto. A la calidad I se la considera un producto Premium y a la calidad II un producto comercial tradicional.

Tabla 1. Cantidades de materia prima de primera calidad I para cada sabor de mermelada.

Sabores	Fruta [kg]	Azúcar [kg]	Pectina [g]	Ácido cítrico [g]	Agua [L]
Durazno	65	65	245	410	12,5
Frutilla	65	65	195	300	12,5
Cereza	65	65	300	300	12,5

Tabla 2. Cantidades de materia prima de segunda calidad II para cada sabor de mermelada.

Sabores	Fruta [kg]	Azúcar [kg]	Pectina [g]	Ácido cítrico [g]	Agua [L]
Durazno	33	66	350	345	16
Frutilla	33	66	290	250	16
Cereza	33	66	380	250	16

- a) Determine la cantidad total de materia prima que necesitaría para elaborar un lote de cada sabor de las dos calidades presentadas en una jornada de 8 horas.
- b) Calcule la cantidad de total de materia prima necesaria para elaborar 400 Kg de Mermelada de Calidad Premium de cada sabor.
- c) Considerando la lista de precios que se presentan en la Tabla 3, determine el costo total de materia prima para elaborar mermeladas de frutillas de segunda calidad.

Tabla 3. Costo por kilogramo de materia prima.

Materia prima	Costo[\$/kg]
Frutilla	200
Azúcar	80
Pectina	5000
Ácido cítrico	1000

Situación problemática 2: Tres materias primas mayoritarias se combinan para formar tres sabores de Flanes. Un batch de flan de Naranja requiere 1010 kg de leche, 36 kg de huevo deshidratado y 20 kg de azúcar. Para el flan de dulce de leche se requiere 1030 kg de leche, 30 kg de huevo deshidratado y 15 kg de azúcar. Finalmente, un lote de flan de chocolate requiere de 980 kg de leche, 42 kg de huevo deshidratado y 18 kg de azúcar. Si están disponibles 12,1 toneladas de leche, 0,426 toneladas de huevo deshidratado y 0,207 toneladas de azúcar. ¿Cuántos lotes de los tres tipos de flanes se podrían producir si se usa toda la materia prima disponible?

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el desarrollo del taller se observó que, durante la resolución del primer ejercicio, los alumnos no presentaron dificultad, ya que trabajaron de manera sincrónica con los docentes. Realizaron operaciones básicas en forma matricial: suma dematrices, producto de una matriz por un escalar y producto entre matrices. Scilab presenta una notación simple y precisa para estas operaciones, lo cual favorece la identificación de comandos por parte de los alumnos para resolver matrices y operaciones entre ellas.

Sin embargo, se observaron dificultades para plantear el sistema de ecuaciones algebraicas lineales asociado al problema de aplicación referido a la elaboración de mermelada, pero avanzaron con la orientación de los docentes. Luego, seleccionaron un método de cálculo, y, por último, escribieron en la ventana adecuada de Scilab los comandos necesarios para obtener la solución del problema. Los últimos dos pasos se llevaron a cabo con poca intervención del docente y obtuvieron el resultado correcto. En la resolución del segundo problema de aplicación, no se observaron dificultades ni errores, percibiéndose que los estudiantes trabajaron de manera más independiente. Se observó también el desarrollo de capacidades incipientes para usar el programa Scilab de manera adecuada y crítica. El uso de este programa les permitió entender aspectos de la temática propuesta que durante el desarrollo de la asignatura les resultaron difíciles de comprender. Se percibió también que facilita la consulta, la interactividad, la discusión en conjunto de procedimientos y resultados. Además, les resultó ventajoso comunicarse en un estilo poco habitual en ellos y con uso del lenguaje propio de la matemática. La participación de los estudiantes fue entusiasta.

Del análisis de la lista de cotejo que completaron los estudiantes sobre su participación, surgieron los resultados que se detallan a continuación. La disponibilidad de netbooks fue baja, sin embargo, los estudiantes se agruparon, siguieron las instrucciones de los docentes, se mostraron atentos, plantearon interrogantes referidos al manejo del programa y a sus aplicaciones en la vida universitaria y profesional. Trabajaron en forma ordenada, pero tuvieron dificultades y errores para ingresar los elementos de una matriz y nombrarla antes de realizar operaciones. Les resultó complicado aplicar la regla y el teorema

de Cramer. Se evidenció la falta de práctica con la computadora, puesto que les resultó difícil seleccionar los comandos adecuados e identificar variables.

No se observaron diferencias sustanciales en la auto, hetero y coevaluación de esta lista de cotejo. La evaluación del trabajo práctico mostró que los estudiantes alcanzaron un buen nivel de logro de los aspectos evaluados. Como el taller no era obligatorio, solamente el 18% entregó la resolución del trabajo práctico por escrito.

Con respecto al grado de satisfacción del taller, la facilidad de comprensión del lenguaje técnico del taller se muestra en la Fig. 1. Los estudiantes solamente seleccionaron las opciones muy fácil y fácil. Estas respuestas posiblemente se deban a que contaron no solamente con la presentación oral de los aspectos teóricos y prácticos de los temas del taller, sino también porque contaban con un tutorial que incluía los contenidos, que se difundió días previos de la actividad a través del aula virtual de la asignatura.

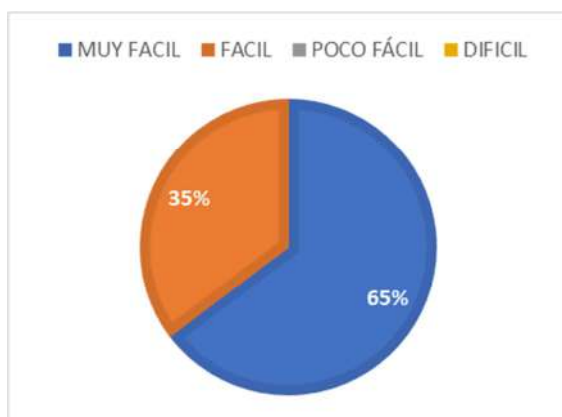


Figura 1. Facilidad de comprensión del lenguaje técnico

En la Fig. 2 se observa que la mayoría de los estudiantes consideró que todos los temas del taller se desarrollaron en forma adecuada, mientras que el 29% no respondió esa pregunta.



Figura 2. Claridad de los temas desarrollados

Durante el desarrollo del taller los docentes estuvieron atentos a todos los planteos, dudas e interrogantes de los estudiantes para responder a la brevedad. Esto se evidenció en la encuesta, puesto que la mayoría de los estudiantes calificó el tiempo de respuesta como muy adecuado. Los resultados porcentuales se muestran en la Fig. 3.

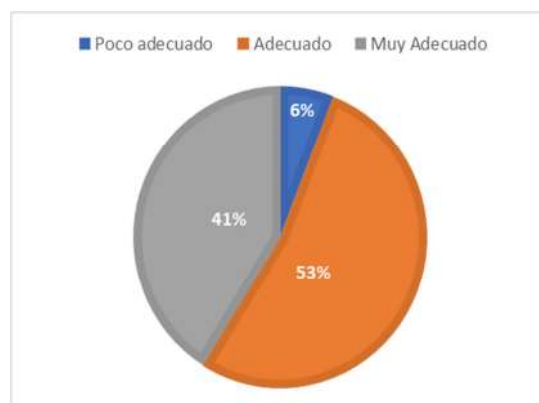


Figura 3. Tiempo de respuesta ante interrogantes

La totalidad de los estudiantes consideró que: el material suministrado en el taller (videos explicativos y notas aclaratorias) abarcó todos los temas desarrollados; las actividades planteadas fueron adecuadas y congruentes con los temas desarrollados; la organización fue correcta; que sintieron que sus conocimientos y habilidades mejoraron luego de asistir al taller; que piensan aplicar lo aprendido en el futuro. Entre las sugerencias indicaron que se podrían abordar temas más complicados, aplicar Scilab en todas las unidades temáticas de la asignatura y que el taller se debería desarrollar en el laboratorio de informática. El 50% de los participantes no hizo ninguna sugerencia.

Haciendo la integración de los resultados de las dos listas de cotejos y de la encuesta de satisfacción, se observa que un buen número de estudiantes trajo los materiales y trabajó en el desarrollo del trabajo práctico. Todos se mostraron con buena predisposición y participaron activamente, fueron puntuales y respetuosos tanto con sus compañeros como los docentes. Trabajaron en grupo, plantearon interrogantes dentro del mismo y a los profesores a cargo. Esto permitió que resolvieran con facilidad las actividades de ejercitación. Sin embargo, en las actividades de aplicación referidas a problemas propios de la ingeniería en alimentos se observaron dificultades en la interpretación de los algoritmos en Scilab, correspondientes a la regla y el teorema de Cramer, a pesar de que en la encuesta de satisfacción la totalidad consideró que el lenguaje técnico era fácil de comprender. Esto posiblemente se deba a la falta de destreza en el manejo de la computadora y sobre todo la falta de habilidad para seleccionar los comandos adecuados del software ya que era la primera vez que los aplicaban. Con respecto a los temas abordados en el taller, la mayoría de los estudiantes consideró que se desarrollaron adecuadamente los tópicos referidos a matrices y sus operaciones, y a los distintos métodos de resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales. Pero durante la resolución del trabajo práctico fue necesario que los docentes ayudaran en la identificación en las variables de entrada y salida de cada problema evidenciando las dificultades de lectocompresión en los alumnos de primer año, además se observaron inconvenientes en el cambio de unidades de medida. En las instancias finales de la resolución de los problemas, los docentes orientaron a los alumnos, en varias oportunidades, para que encontraran la respuesta del problema que implicaba no solamente el cálculo de la cantidad de materias primas necesarias para la elaboración de todas las líneas de fabricación sino también la cantidad total de cada una por lote de productos elaborados. En la etapa final del taller, los estudiantes hicieron la interpretación de la solución numérica de cada una de las respuestas obtenidas y plantearon generalizaciones. En la encuesta si bien el taller satisfizo sus expectativas, los estudiantes plantearon la necesidad de aumentar la carga horaria del mismo y la de incorporar otros temas de la asignatura, no

sólo para mejorar la destreza en el uso de Scilab sino también la comprensión de otros tópicos. En un futuro cercano se planea implementar un mayor número de talleres de manejo de Scilab que incluya otros temas de la asignatura, tales como espacios vectoriales, transformaciones lineales; y valores y vectores propios. Estas actividades didácticas planteadas como talleres, incluirán problemas propios de su campo profesional puesto que el aprendizaje basado en problemas obliga a los alumnos a desplegar una actividad intelectual interesante que los hace protagonistas del proceso y estimula la autocrítica sobre su propio saber. Además, les permitirá vincular los conceptos matemáticos con problemas propios de su campo profesional, opinar y debatir, realizar el análisis y razonamiento de la situación en grupo.

4. CONCLUSIONES

El taller de integración de contenidos de Álgebra lineal utilizando Scilab es una primera aproximación a la aplicación de actividades didácticas mediante tecnologías digitales. El mismo resulta útil para el desarrollo de capacidades cognitivas de los estudiantes que son valiosas para su desempeño en el nivel universitario, por la gran diversidad de herramientas a aplicar para la resolución de problemas, la rapidez del cálculo de las variables involucradas en los mismos y la integración de los contenidos de la asignatura, entre otros aspectos. Además, les dio una perspectiva diferente con respecto a la resolución de los problemas de aplicación del álgebra matricial, y les permitió interactuar con sus compañeros para comparar y discutir los resultados obtenidos. La utilización de esta herramienta generó en los estudiantes un acercamiento al uso de la tecnología, la creación y la comunicación de contenido digital, permitiendo un incipiente desarrollo de capacidades para el uso adecuado y crítico de softwares específicos.

5. BIBLIOGRAFÍA

Cbrola, M., y Severin, E. (2010). TICs en educación: una innovación disruptiva. Aportes, 2, 1-2.
<https://publications.iadb.org/publications/spanis>

- h/document/TICS-en-Educación-Una-Innovación-Disruptiva.pdf
- Costa, V.A. y Justo, C.E. (2015). El álgebra lineal en la resolución de problemas altimétricos de Topografía, en Encuentro Educación Matemática en Carreras de Ingeniería, Argentina.
- Costa, V.A. y Vacchino, M.C. (2007). La enseñanza y aprendizaje del Álgebra lineal en la Facultad de Ingeniería, UNLP, en Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, Chile, 2007.
- Cruz, M., Portillo, H., Tchoshanov, M., Flores, S. y Ramírez, O. (2019). Caracterización de las prácticas sociales asociadas a la génesis de la inducción matemática: un estudio exploratorio en estudiantes de ingeniería. *Revista Educación*, 43(2). DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i2.30493>
- García, M., Gómez, A., Solano, N. y Fernández, R. (2020). Las creencias de los futuros maestros sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Revista Espacios*, 41(9), 14. Recuperado de <https://bit.ly/2Ka0JfH>
- Gontero, S. y Zambrano, M. J. (2018). *La construcción de sistemas de información sobre el mercado laboral en América Latina*. Serie: Macroeconomía del Desarrollo No.199 88 p.
- Gürbüz, R. y Erdem, E. (2016). Relationship between mental computation and mathematical reasoning. *Cogent Education*, 3(1). DOI: <https://doi.org/10.1080/2331186X.2016.1212683>
- Jiménez, A., Garza, A., Méndez, C., Mendoza, J., Acevedo, J., Arredondo, L. y Quiroz, S. (2020). Motivación hacia las matemáticas de estudiantes de bachillerato de modalidad mixta y presencial. *Revista Educación*, 44(1). DOI: <https://doi.org/10.15517/revedu.v44i1.35282>
- Lasso Cardona, L. A. y Conde Rodriguez, K.N.(2021). Khan Academy como herramienta en el aprendizaje de las matemáticas y la programación de computadoras. *Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía*, 14(1), 225-250.
- Oktaç, A. y Trigueros, M. (2010). ¿Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal?, *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13, 4-11.
- Palmas, S. (2018). La tecnología digital como herramienta para la democratización de ideas matemáticas poderosas. *Revista Colombiana de Educación*, (74), 109-132. DOI: <https://doi.org/10.17227/rce.num74-6900>
- Pimienta Prieto, J. H. (2012). *Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias*. México: Pearson Educación
- Salado, L., Amavizca, S., Richart, R., y Rodríguez, R. (2020). Alfabetización digital de estudiantes universitarios en las modalidades presencial y virtual. *Revista Electrónica de Investigación e Innovación Educativa-REIIE*, 5(1), 30-47. <http://doi.org/10.5281/zenodo.3629574>.
- 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>.
- Solar, H. (2018). Implicaciones de la argumentación en el aula de matemáticas. *Revista Colombiana de Educación*, 74, 155-176. DOI: <https://doi.org/10.17227/rce.num74-6902>
- Valbuena, S., Muñoz, L. y Berrío, J. (2020). El rol del docente en la argumentación matemática de estudiantes para la resolución de problemas. *Revista Espacios*, 41(9), art. 15. Recuperado de <https://bit.ly/2VVPFdlV>
- Vidal Ledo, M. J.; Carnota Lauzán, O.; Rodríguez Díaz, A. (2019). *Tecnologías e innovaciones disruptivas*. *Educación Médica Superior*, 33(1). <http://ref.scielo.org/5wt7y6>
- Vinueza, S. F. V., y Gallardo, V. P. S. (2017). Impacto de las TIC en la educación superior en el Ecuador. *Revista Publicando*, 4(11), 355-368. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/236644472.pdf>.
- Weller, J. (2017). Las transformaciones tecnológicas y su impacto en los mercados laborales. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/42089>.
- Zúñiga et al. (2020). *El nuevo enfoque de participación docente ante los retos y desafíos*

tecnológicos de la cuarta revolución industrial
[Doctoral dissertation, Secretaría de Educación
Pública, Sistema de Universidad Virtual,

Universidad de Guadalajara].
<https://revistaespacios.com/a20v41n11/a20v41n11p24.pdf>