
MATRICES E IMÁGENES: UNA EXPERIENCIA DE ENSEÑANZA

Claudia Egea y Silvina Smith

RESUMEN. Este artículo relata una experiencia áulica que tuvo lugar en asignaturas de Álgebra de todas las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. El propósito de la actividad es ofrecer un espacio de trabajo que permita a las y los estudiantes relacionar conceptos matemáticos con situaciones problemáticas de la vida real, considerando el desarrollo de competencias que los estándares actuales requieren en las y los egresados. La propuesta invita a las y los estudiantes a manipular imágenes digitales, con el objetivo de vincular estas acciones con operaciones matriciales básicas, procurando estimular la exploración, la generación de conjeturas y la validación de las mismas. Se desarrolló con estudiantes de primer año, en modalidad presencial, no obligatoria, fuera del horario habitual de clases. En el texto se describe la actividad, se muestran producciones de estudiantes y se discuten algunas limitaciones. Se incluyen resultados de una encuesta de opinión, que muestran claramente la valoración positiva de la propuesta por parte de las y los participantes. Si bien la actividad descrita es limitada en varios sentidos, resulta significativa para las y los estudiantes y constituye un primer avance hacia un cambio de mirada con respecto al tipo de tareas que contribuyen a que las y los estudiantes puedan adquirir las capacidades deseadas.

ABSTRACT. This article reports a classroom experience that took place in algebra courses across all engineering programmes at the Faculty of Exact, Physical and Natural Sciences of the National University of Córdoba. The purpose of the activity is to offer students a workspace that allows them to link mathematical concepts to real-life problems, considering the development of skills that current standards require of graduates. The proposal invites students to manipulate digital images, with the aim of linking these actions to basic matrix operations, seeking to stimulate exploration, the generation of conjectures and their validation. It was developed with first-year students, in a face-to-face, non-compulsory format, outside normal class hours. The text describes the activity, shows student productions and discusses some limitations. The results of an opinion survey are included, which clearly show the positive assessment of the proposal by the participants. Although the activity described is limited in several ways, it is significant for the students and constitutes a first step towards a change in perspective regarding the type of tasks that help students acquire the desired skills.

Palabras clave: Resolución de problemas. Procesamiento de imágenes. Matrices y operaciones.

Keywords: Problem solving. Image processing. Matrix and operations.

§1. Introducción

La enseñanza de contenidos propios de las ciencias básicas en carreras de ingeniería es tan necesaria como desafiante. En las asignaturas del ciclo básico se abordan temas que resultan claves para la correcta comprensión de cuestiones propias del quehacer de ingenieras e ingenieros, pero que en sí mismos suelen no ser de interés para las y los estudiantes, lo cual se torna en obstáculo para las y los docentes en la búsqueda de motivación para sus clases. La enseñanza del álgebra en carreras de ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba (FCEFN-UNC) no es ajena a esta realidad. Esta rama de la matemática se aborda actualmente¹ en dos asignaturas: Introducción a la Matemática y Álgebra Lineal. Ambas se dictan en primer año y son comunes a varias carreras, por lo cual congregan a un numeroso grupo de estudiantes con diferentes perfiles. Estas características potencian el desafío de llevar a cabo propuestas de enseñanza atractivas y que vinculen los contenidos propios de la asignatura con aplicaciones concretas de dichos contenidos en las múltiples especialidades.

Cabe mencionar que la necesidad de conectar los contenidos disciplinares con el futuro ejercicio de la vida profesional se corresponde con las demandas actuales de la formación por competencias de profesionales ingenieras/os. El Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) publicó en 2018 el documento *Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina. "Libro Rojo de CONFEDI"*, que propicia un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias, tanto genéricas como específicas. Bajo la premisa de que la ingeniera/el ingeniero no solo debe "saber", sino también "saber hacer", el documento alienta la inclusión, durante el proceso de aprendizaje, de actividades que permitan el desarrollo de un entramado de conocimientos, habilidades y destrezas. En este sentido, menciona la competencia genérica "Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería" (CONFEDI, 2018, p.21), a cuyo desarrollo contribuyen las asignaturas de matemática desde los primeros pasos de las y los estudiantes en la facultad.

En este contexto, se concibió una propuesta didáctica que se llevó a la práctica en tres oportunidades entre 2023 y 2024, cada una de las cuales con diferentes matices. La misma consiste en generar un espacio de trabajo y discusión colectiva que permita reconocer el vínculo que existe entre la edición de imágenes digitales y ciertas operaciones matriciales.

¹El relato se refiere al año 2024

§2. Marco Conceptual

La propuesta que se reseña en el presente trabajo toma como punto de partida los requerimientos establecidos por el CONFEDI en relación a la necesidad de reemplazar el antiguo paradigma de formación de profesionales en ingeniería por una visión actualizada de la educación de futuras/os ingenieras/os. Esta nueva percepción propone “ver al egresado universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea” (CONFEDI, 2014, p.9). Se entiende por competencia a “la capacidad de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales” (CONFEDI, 2014, p.16). A fin de desarrollar y fortalecer las competencias genéricas y específicas esperadas en el graduado, el CONFEDI formula estándares que ponen su foco en las y los estudiantes e impulsan a las y los docentes a “desarrollar el rol de facilitador de situaciones de aprendizaje y evaluador del desarrollo de las competencias que se incluyan” (CONFEDI, 2014, p.17). Esta concepción de la educación está en sintonía con las perspectivas de aprendizaje en las que se basó la elaboración de la propuesta.

Diversos autores sostienen la necesidad de modificar el modo en el que se desarrolla la tarea de enseñanza, reemplazando la clase magistral por modalidades que promuevan la participación de las y los estudiantes en sus propios procesos de aprendizaje. Skovsmose (2000) cuestiona la clase de matemática basada exclusivamente en el paradigma del ejercicio y sugiere generar ambientes de aprendizaje que inviten a las y los estudiantes a involucrarse en procesos de exploración, transformándose así en sujetos activos de su propia formación. El autor presenta seis ambientes de aprendizaje, que surgen del cruce entre tres tipos de referencia (matemáticas puras, semirrealidad, realidad) y dos formas de organizar la actividad de los estudiantes (paradigma del ejercicio, escenario de investigación). Representa estos ambientes mediante una matriz 3×2 , reconociendo que las divisorias entre los diferentes ambientes son “líneas difusas”, lo cual amplía el espectro de posibilidades. Si bien Skovsmose destaca la importancia de los tres ambientes asociados a un escenario de investigación, advierte que “un escenario de investigación sólo se constituye como tal si los estudiantes sí aceptan la invitación [a formular preguntas y buscar explicaciones]” (p.8) y que “La pregunta de si un cierto escenario puede representar o no un enfoque investigativo es una pregunta empírica que tiene que responderse a través de una práctica educativa experimental donde el profesor y los estudiantes participan y se involucran” (p.9). Trabajar junto a las y los estudiantes en un escenario de investigación implica para las y los docentes abandonar su zona de confort y estar dispuestas/os a una interacción en la cual

no siempre se podrán predecir las preguntas que surgirán, y probablemente no se estará en condiciones de responder a todas ellas en lo inmediato.

Klein (2006) sostiene que, en un marco de interdisciplinariedad e integración curricular, “Las funciones docentes tradicionales de contar, impartir, dirigir y ser un «sabio en el escenario» se sustituyen por los modelos de mentor, mediador, facilitador, entrenador y guía.” (p.15). La integración de disciplinas en el proceso de enseñanza y aprendizaje es precisamente lo que plantea la educación STEAM (siglas en inglés para Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). Este enfoque pedagógico procura integrar, en el proceso de enseñanza y aprendizaje, las disciplinas de ciencias, tecnología, ingeniería, arte y matemática, con el propósito de promover en las y los estudiantes el pensamiento crítico, la creatividad y la habilidad para resolver problemas, desarrollando sus propios procesos de argumentación, elaboración de conjeturas y validaciones. A partir del desarrollo de proyectos prácticos, se pretende conectar a las y los estudiantes con el mundo real, a fin de que comprendan la relevancia y utilidad de los conceptos que están aprendiendo. Este tipo de trabajo permite no solo adquirir competencias técnicas, sino que estimula otras habilidades, como la comunicación, la autonomía, la capacidad de adaptación y el trabajo en colaboración. Llevar a cabo una propuesta STEAM requiere, sin embargo, de un contexto adecuado, que no siempre está disponible. En Zamudio et al. (2019), refiriéndose a la situación en Argentina, advierten que:

Las propuestas de formación expresadas en los planes de estudio universitario han adoptado tradicionalmente una organización disciplinar fragmentada. Sin embargo, se insiste con frecuencia en que el ejercicio profesional requiere de habilidades y capacidades para articular saberes pertinentes en la resolución de problemas que se presentan como complejos y multideterminados, y cuyas variables requieren ser identificadas y relacionadas apelando a múltiples campos de saberes y prácticas. (p.28)

Esta integración curricular, entendida como la integración intencional y explícita de varias disciplinas dirigidas a la resolución de problemas del mundo real (Sanders, 2008) es la que está en la mira del CONFEDI cuando establece que “Trabajar por competencias, o integrar de manera intencional las competencias, supone un marco que facilita la selección y tratamiento más ajustados y eficaces de los contenidos impartidos” (CONFEDI, 2014, p.11).

§3. La propuesta didáctica y su contexto

La FCEfyN-UNC se encuentra en proceso de cambio de los planes de estudio de las distintas carreras que ofrece, con el fin de adecuarlos a las recomendaciones del CONFEDI, en particular en lo referido a las competencias que se deberían desarrollar en las graduadas y los graduados de ingeniería en Argentina.

El diseño por competencias o su integración en el Plan de Estudios ayuda a vigorizar el saber hacer requerido a los ingenieros recién recibidos. La formación de grado se propone desarrollar aquellas competencias que debería poseer el recién graduado y en el nivel de desarrollo adecuado al inicio de su trayecto profesional. (CONFEDI, 2014, p.11).

La propuesta del CONFEDI contempla diez competencias genéricas, referidas al contexto profesional, distribuidas en dos grupos: competencias tecnológicas y competencias sociales, políticas y actitudinales.

En el marco de este cambio de mirada con respecto a la formación de profesionales y su consecuente impacto en los planes de estudio, las y los docentes de ingeniería de la FCEfyN-UNC han sido incentivados en los últimos años a capacitarse en los procesos de enseñanza centrada en el estudiante que los nuevos estándares contemplan. En respuesta a esta demanda, la primera autora realizó en 2022 el curso de postgrado “Enfoque STEAM y modelización matemática en contextos educativos”, dictado en la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación de la UNC.

La propuesta didáctica que se reporta en este artículo se gestó en este curso, a partir de la consigna de diseñar una actividad que estuviera conceptualmente en línea con la teoría estudiada y pudiera llevarse efectivamente a la práctica en los respectivos lugares de trabajo de cada participante. En una educación STEAM integrada -concepción sobre STEAM adoptada en el curso- se espera que el abordaje de los contenidos de las asignaturas relacionadas con cada una de las disciplinas del acrónimo se combinen para dar respuesta a situaciones de la vida real. Esto constituyó un primer gran obstáculo para el diseño de la propuesta, por cuanto el contexto en el que dicha actividad podía ser puesta en práctica era la cátedra de Álgebra de la FCEfyN-UNC, sin posibilidades de trabajo conjunto con otras asignaturas y con un público con escasa o nula experiencia en las otras disciplinas STEAM involucradas. Sin embargo, como plantean López Gamboa et al. (2020), la implementación de la educación STEAM puede realizarse de acuerdo a diferentes modelos, acompañados de estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje bien definidos. Estos autores manifiestan que:

El modelo de implementación es la manera en que se lleva a cabo una tendencia o metodología educativa, desde un enfoque parcial hasta uno total, dependerá del contexto, de cómo inicie, aunque lo recomendable es comenzar de forma gradual, para así ir determinando los resultados cualitativos y cuantitativos del impacto del modelo que se implementa, en un determinado contexto educativo. (p.2)

El modelo más elemental, en función de las posibilidades y demandas que supone para estudiantes y docentes, es el *modelo exploratorio*, que permite desarrollar actividades independientes de las actividades usuales y puede llevarse a cabo

fuera de la jornada académica habitual. La propuesta didáctica presentada en este artículo responde a esta modalidad, debido a las posibilidades reales ofrecidas por el contexto.

La puesta en práctica de la propuesta se realizó con estudiantes de primer año de las 11 carreras de ingeniería y las 3 tecnicaturas de la FCEFYN-UNC en tres oportunidades: en el primer semestre de 2023 y 2024, en la asignatura Introducción a la Matemática, y en el segundo semestre de 2024, en la asignatura Álgebra Lineal. Si bien el contenido específico que se trabaja durante la actividad es propio de Introducción a la Matemática, se retoma en Álgebra Lineal como punto de partida para el desarrollo de un nuevo tema. Por otra parte, en los nuevos planes de estudio, que comenzarán a regir en 2025, estos contenidos serán impartidos en Álgebra Lineal. Por ello, resultó pertinente llevar a cabo la propuesta didáctica en ambas asignaturas.

Las competencias genéricas a las que aportan las diferentes asignaturas de las ciencias básicas son: identificar, formular y resolver problemas de ingeniería; utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería; comunicarse con efectividad; aprender en forma continua y autónoma. En particular, en el plan de estudios que entrará en vigencia en 2025 se establece expresamente que la materia Álgebra Lineal tributa en nivel alto a las dos primeras. En ese sentido, resulta relevante abordar algunas aplicaciones concretas de temas tratados en la materia. En eso consistió la propuesta del año 2023, reportada en Egea (2024). Si bien en esa oportunidad la actividad fue bien recibida por el estudiantado, no tuvo un gran impacto, ya que, por haber sido presentada por la docente en forma expositiva, terminó reduciéndose a un ejemplo más dentro del desarrollo teórico del tema. Se decidió entonces que era necesario modificar la experiencia, procurando una mayor intervención de las y los estudiantes, incentivando de alguna manera su interacción con la aplicación de los conceptos que se deseaba trabajar. Para lograr esa intervención, en las propuestas del año 2024, en las que se focaliza este reporte, la docente puso a disposición de las y los estudiantes un archivo generado con la aplicación *Google Colab* -que utiliza lenguaje de programación Python- con el cual cada estudiante pudo experimentar. El contenido de este archivo y las interacciones de las y los estudiantes con el mismo se relatan en la sección siguiente. A fin de que cada estudiante o grupo de dos estudiantes tuviese a disposición una computadora, se consideró fundamental y necesario utilizar las instalaciones del laboratorio de informática, ya que la aplicación *Google Colab* no estaba disponible para celulares y si bien existían aplicaciones similares, las mismas no contaban con todas las funciones requeridas para llevar adelante la propuesta.

La primera edición del taller en 2024 tuvo lugar en la cuarta semana de clases de *Introducción a la Matemática*, vale decir, dentro del primer mes de clases de las y los nuevos estudiantes en la universidad. Se trabajó solamente con una comisión,

a modo de "prueba piloto" que permitiera obtener información relacionada con la recepción de la propuesta por parte de las y los estudiantes, las dificultades técnicas o teóricas que pudiesen surgir y cualquier otro dato relevante para una futura planificación de la actividad para un grupo más numeroso de estudiantes. La no disponibilidad de los laboratorios de informática de la facultad en el horario de clases condicionó el carácter de la propuesta, que tuvo que ser planteada como opcional. Participaron voluntariamente 20 de los 100 estudiantes inscritos en la comisión.

En el segundo semestre, se pretendió extender la oferta del taller a todas las comisiones de primer año (aproximadamente 1300 estudiantes). Sin embargo, se presentaron diferentes dificultades: la limitada disponibilidad horaria de los laboratorios de informática de la facultad (debido a que son muy utilizados por las diferentes materias de la carrera Ingeniería en Computación), la escasez de docentes capacitadas/os para dictar el taller (solo 3 de un total de 12) y la alta carga horaria de cursado de las y los estudiantes (5 materias en simultáneo en ese semestre, lo que representa entre 21 y 25 horas por semana en el aula; cabe acotar que con el cambio en el plan de estudios deberán cursar solamente 3 materias, reduciendo el número de horas semanales en el aula a una cantidad entre 15 y 18). Estas dificultades se sortearon planificando tres instancias, en días y horarios diferentes, nuevamente fuera del horario habitual de clases. A raíz de esta última condición, se determinó que la modalidad fuese no obligatoria. Además, contemplando la posibilidad de que ninguno de los horarios propuestos permitiera la asistencia de estudiantes interesadas/os en participar, se puso a disposición un video tutorial, para que estas/os estudiantes pudieran realizar las actividades en su casa. Participaron 68 estudiantes.

§4. Descripción de la actividad

La propuesta consiste en una invitación a manipular una imagen digital. Previo a dicha instancia, durante la clase obligatoria, se presentaron la definición de matriz y las operaciones de suma matricial y multiplicación de un escalar por una matriz. Se realizó ejercitación de dichos temas y se comentó que en el "taller de matrices e imágenes" se desarrollaría una aplicación posible de estos conceptos.

Se comienza el taller compartiendo con cada participante un archivo generado con *Google Colab* que contiene las consignas a trabajar y los códigos de programación en Python necesarios para llevar adelante la actividad (en la figura 1 se muestran algunos comandos que permiten cargar la imagen en una variable, visualizarla y realizar ciertas operaciones matriciales). La modalidad de trabajo es interactiva, se abordan una a una las consignas, se socializan las respuestas y se extraen conclusiones antes de pasar a la siguiente consigna.

A continuación, relatamos la interacción que tuvo lugar entre docente y estudiantes a medida que se fueron abordando las consignas, incluyendo no solo lo estrictamente acontecido en el aula, sino también argumentaciones relativas a la intencionalidad de ciertas preguntas y decisiones docentes. Lo primero que se solicita a las y los estudiantes es buscar información en internet para responder la pregunta “¿Cómo se representa una imagen digital para almacenarla en un dispositivo?” Esta pregunta fue elegida cuidadosamente para orientar la búsqueda de la relación entre una imagen y el objeto matemático que se usa para guardar dicha imagen en la memoria de un dispositivo. Este objeto matemático es una matriz. Luego de escuchar varias respuestas, queda establecido que las imágenes se almacenan en un dispositivo en formato de matrices. Se explica la relación entre los píxeles de una imagen y los valores numéricos de la matriz asociada: estos valores indican la intensidad de luz del respectivo píxel.

```

1) Investiga: ¿Cómo se representa una imagen digital para almacenarla en un dispositivo?
2) Realiza una copia del archivo, nómbralo usando tu apellido

[ ] import cv2
import numpy as np
from google.colab.patches import cv2_imshow
img = cv2.imread("/content/gatita.jpg")
cv2_imshow(img)

[ ] from google.colab.patches import cv2_imshow
flor = cv2.imread("/content/daisy.jpg")
cv2_imshow(flor)

[ ] print("tamaño de la imagen gatita =", img.shape)
print("tamaño de la imagen flor =", flor.shape)

[ ] img

[ ] 3) ¿cómo podría oscurecer la imagen?
4) ¿cómo podría aclarar la imagen?

[ ] img2=2*img
cv2_imshow(img2)

[ ] 5) ¿Se pueden sumar las imágenes?

sumal=img+flor
cv2_imshow(sumal)

```

FIGURA 1. Captura de pantalla del archivo entregado a estudiantes

El archivo *Google Colab* compartido permite cargar una imagen predeterminada y visualizarla a través de la matriz que la representa. Las y los estudiantes realizan dicha visualización en este momento. A continuación, se plantea la consigna “¿Cómo podría oscurecer la imagen? ¿Cómo podría aclararla?” Algunos estudiantes logran conjeturar, a partir del significado de los elementos de la matriz asociada a una imagen, que para oscurecer o aclarar un píxel, debe modificarse el valor del respectivo elemento de la matriz. En cuanto a cómo modificar dicho valor,

surgen diferentes propuestas, como por ejemplo “sumar o restar un valor fijo a cada lugar de la matriz”, “sumar la matriz consigo misma” y “multiplicar la matriz por un escalar”. Dado que el interés es relacionar las operaciones matriciales vistas en la clase obligatoria con las imágenes, la docente elige la última de las propuestas. Además, hace notar que sumar una matriz consigo misma también puede realizarse con la operación de multiplicación de un escalar por una matriz. Luego se procede a comprobar el efecto de la operación de multiplicación de una matriz por un escalar en la imagen previamente cargada, dando libertad a las y los estudiantes para explorar lo que sucede con distintos factores. Si el escalar es un número entre 0 y 1, la imagen se oscurece. Multiplicar por 0 resulta en un rectángulo completamente negro. Mientras más cercano a cero es el escalar, más oscura se ve la imagen final, como muestra la Figura 2.



FIGURA 2. Efecto que produce en una imagen digital la multiplicación de su matriz asociada por 0,1. (Producción de estudiante)

Si el escalar es un número mayor que 1, en principio, la imagen se aclara. Pero aquí entra en juego un elemento adicional, que intencionalmente se contempla para incentivar la discusión: el tipo de datos que contiene la matriz que representa la imagen. El código provisto usa el tipo `uint8` (entero sin signo representado en 8 bits). La elección del tipo entero tiene por objeto facilitar la visualización de la relación entre el valor numérico de cada elemento de la matriz y la intensidad de luz que dicho valor representa y con ello favorecer la elaboración de conjeturas por parte de las y los estudiantes. La utilización de 8 bits limita la representación a números enteros entre 0 y 255 ($2^8 - 1$). Vale decir que todos los elementos de la matriz asociada a la imagen son números pertenecientes a este rango. Al multiplicar esta matriz por un escalar mayor que 1, puede ocurrir que algunos elementos de la matriz resultante queden fuera del rango de datos representables (los números mayores que 255 requieren más de 8 bits para ser representados).

Por el lenguaje y tipo de datos elegidos, lo que sucede es que se recuperan los últimos 8 bits. De este modo, los números que difieren en 2^8 resultan indistinguibles², lo que se traduce en una distorsión de la imagen (ver Figura 3c), que puede llegar incluso a impedir su visualización.

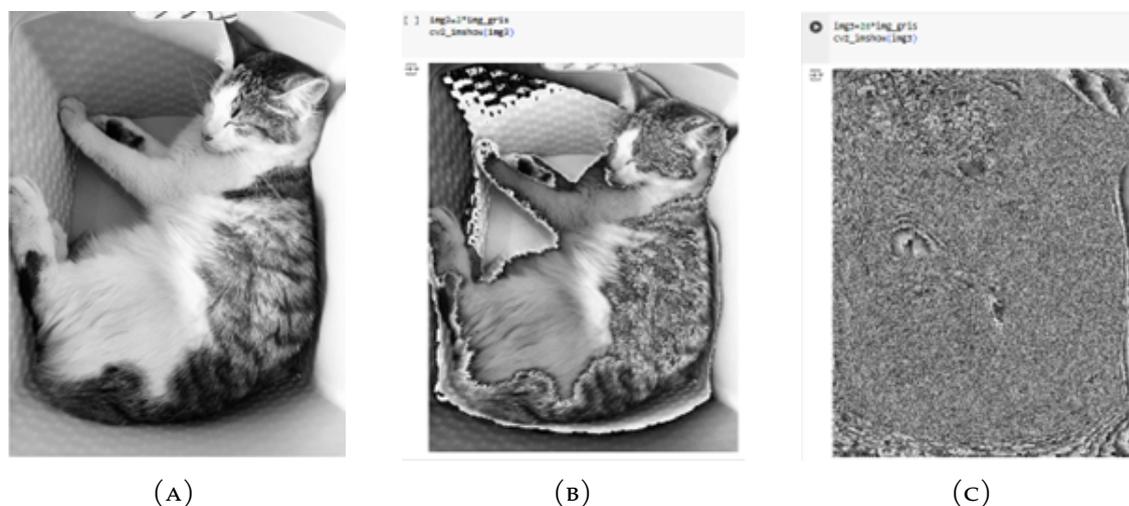


FIGURA 3. 3a Imagen inicial. 3b Imagen luego de multiplicar la matriz inicial por 2, con tipo de dato uint8. 3c Imagen luego de multiplicar la matriz inicial por 26, con tipo de dato uint8. (Producciones de estudiantes)

El inconveniente se resuelve cambiando el tipo de dato de los elementos de la matriz que representa la imagen. Se invita a las y los estudiantes a cambiar el tipo de dato a float32 (punto flotante de precisión simple: un bit para el signo, 8 bits para el exponente y 23 bits para la mantisa). Este cambio permite visualizar sin distorsiones la matriz resultante de multiplicar la matriz original por un escalar mayor que uno³ (ver Figuras 4a y 4b). Si bien el problema de fondo pasa inadvertido para las y los estudiantes, pues no se lleva a cabo una discusión en torno a las características propias de cada tipo de representación usada y las consecuencias de su utilización, se abre un espacio para reflexionar sobre la necesidad de analizar la coherencia del resultado matemático obtenido en el marco del problema real modelado.

Una vez cerrada la discusión relativa a la operación producto de una matriz por un escalar, se pregunta: “¿Se podrán sumar dos imágenes?” La intención de esta pregunta es discutir no solo el efecto que produce la suma de dos matrices que representan una imagen, sino también la posibilidad de realizar dicha operación,

²La representación en uint8 del número 0 es 00000000, que coincide con los últimos 8 dígitos de la representación del número 256 (100000000). Lo mismo sucede si se considera cualquier número entero n entre 0 y 255 y otro número entero de la forma $n + k \cdot 256$.

³Naturalmente, vuelve a haber restricciones en cuanto a la magnitud del escalar, pero para el caso son irrelevantes.

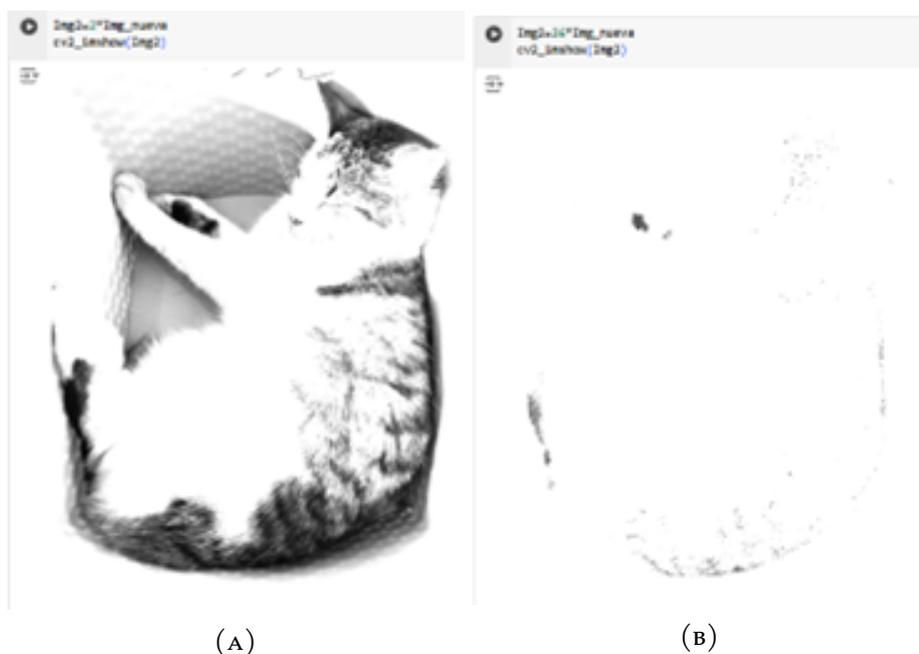


FIGURA 4. Imágenes obtenidas al multiplicar la matriz de la figura 3a por un escalar, usando el tipo de dato float32. 4a Multiplicación por 2 (Producción de estudiante). 4b Multiplicación por 26 (Imagen realizada por las autoras con fines ilustrativos)

teniendo en cuenta los respectivos tamaños de las matrices involucradas. A fin de promover la discusión, se carga una segunda imagen cuya matriz representativa no es del mismo tamaño que la matriz asociada a la primera imagen, y se pide a las y los estudiantes que realicen la operación suma matricial. Lógicamente, el programa devuelve un error. En debate colectivo se arriba al motivo del error y a la necesidad de “recortar” las imágenes, esto es, reducir la cantidad de filas y/o columnas de las matrices que las representan, de modo tal que ambas queden del mismo tamaño. Luego de este primer paso, se puede realizar la suma y se solicita a las y los estudiantes que analicen el resultado obtenido, que es la superposición de ambas imágenes. De manera similar, se trabaja con combinaciones lineales de ambas matrices, como muestra la figura 5c.

Para finalizar, se propone la siguiente ejercitación para trabajar individual o grupalmente:

1. Cargar una imagen a elección.
2. Cambiar el tipo de dato de la imagen.
3. Multiplicar la imagen por una constante e interpretar la imagen resultante.
4. Calcular una combinación lineal de imágenes a elección.
5. Subir el link del archivo *Google Colab* en la “tarea” habilitada en el aula virtual de la materia.



FIGURA 5. 5a y 5b Imágenes originales. 5c Imagen que resulta de la combinación lineal de las matrices representativas de las imágenes 5a y 5b (Producción de estudiante)

§5. Análisis de la Experiencia

El taller cumplió con las expectativas, en tanto convocó a las y los estudiantes a realizar una actividad concebida en el marco de un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante y orientado al desarrollo de competencias. No es un detalle menor la disposición de las y los estudiantes a realizar un taller fuera del horario de clases, lo cual podría considerarse como un indicador del interés que puede despertar en el estudiantado el desarrollo de actividades de aplicación de los temas explicados durante las clases teóricas de la materia. Como veremos más adelante, las respuestas de las y los estudiantes a una encuesta de opinión acerca del taller confirman esta percepción.

En todas las instancias del taller se logró generar un clima de trabajo que propició el intercambio de ideas. Hubo estudiantes que prefirieron trabajar de manera individual y otros que optaron por hacerlo en pequeños grupos. Se pudo observar que la mayoría intercambiaba opiniones espontáneamente y compartía sus producciones con las y los compañeros que estaban usando las computadoras cercanas. Los momentos de debate colectivo ofrecieron un espacio para socializar las ideas con todo el grupo, favoreciendo el planteo de conjeturas y la toma de decisiones. Es de destacar que hubo muy buena participación de las y los estudiantes durante estos momentos.

También resaltamos el compañerismo evidenciado por participantes que se ofrecían a ayudar a sus colegas ante dificultades técnicas, como por ejemplo la no familiarización con terminología propia de la programación, como “correr la línea del código” o “cargar el archivo”. Explicar a sus compañeras y compañeros los pasos a seguir para llevar a cabo las instrucciones de la docente fue una acción ejecutada con naturalidad.

La actividad estaba planificada para realizarse en 40 a 50 minutos; no obstante, el entusiasmo de las y los estudiantes participantes determinó que en algunas ediciones la actividad se extendiera hasta 90 o 100 minutos.

Surgieron algunos resultados no previstos, por ejemplo: multiplicar la matriz asociada a una imagen por el escalar 2 produce una imagen (Figura 6b) muy diferente de la que se obtiene multiplicando la misma matriz por el escalar 1,99999 (Figura 6c); multiplicar la matriz asociada a una imagen por el escalar 255 produce “el negativo” de dicha imagen (Figura 7). Algunas de estas situaciones pudieron entenderse analizando aspectos técnicos del programa utilizado y otras quedaron como interrogantes a consultar con expertas/os en el tema. Estas situaciones de incertidumbre producen cierto temor en las y los docentes, que generalmente consideran que se espera de sí mismas/os ser poseedores de todas las respuestas. Es necesario que las y los docentes acepten que, al permitir la exploración libre de las y los estudiantes, surgirán situaciones imprevistas que deberán aceptarse con naturalidad, reconociendo sin ansiedad que no habían sido pensadas anteriormente. Sólo así se logra que la incertidumbre no se constituya en un impedimento para proponer actividades de este tipo.

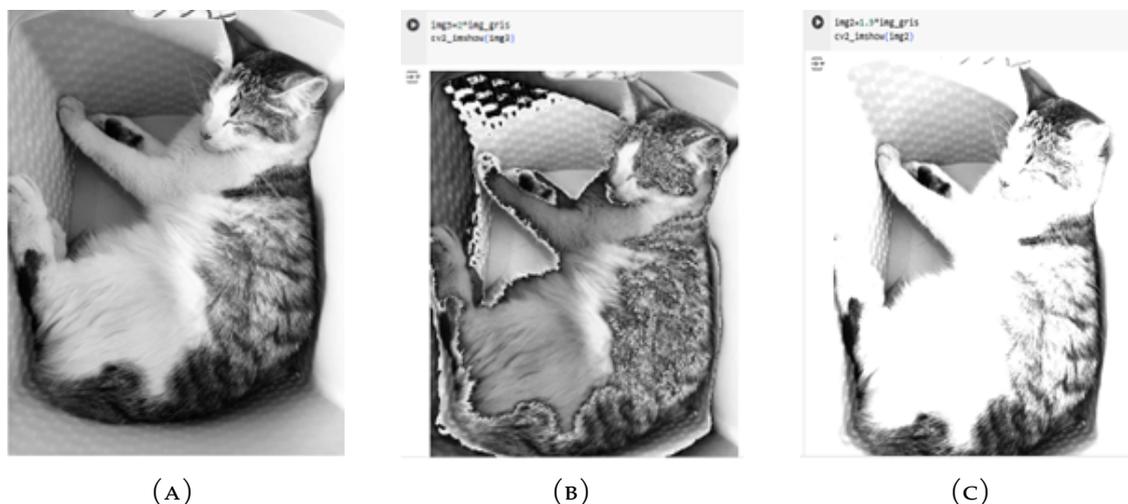


FIGURA 6. 6a Imagen original. 6b Resultado de multiplicar la matriz de la imagen original por 2. 6c Resultado de multiplicar la matriz de la imagen original por 1,9999. (Producciones de estudiantes)

Si bien la actividad propuesta es muy pautada, las y los estudiantes tuvieron la oportunidad de explorar, plantear hipótesis, corroborarlas o rechazarlas y, sobre todo, conectar la teoría de una asignatura básica con un problema real. Tanto el vínculo entre las matrices y la representación de imágenes, como el efecto que producen en una imagen digital las dos operaciones matriciales abordadas, quedó perfectamente establecido y comprendido. Observamos en este punto que, si bien la actividad realizada no es una actividad STEAM en sentido estricto, logró integrar las disciplinas matemática (M) y ciencias de la computación (S) y tiene potencial para desarrollarse con mayor profundidad y alcance. Como se mencionó con anterioridad, la propuesta fue transformándose, buscando mayor participación

del estudiantado cada vez que se puso en práctica. El objetivo a futuro es llevarla a una propuesta de aprendizaje basado en proyectos que sea obligatoria para todas las comisiones.



FIGURA 7. "Negativo" de la imagen original 6a (Producción de estudiante)

Finalizada la actividad, se solicitó a las y los estudiantes que completaran una encuesta anónima, para recoger sus impresiones y comentarios. El porcentaje de estudiantes que la respondieron fue superior al 80 % (55 de 68). Las preguntas de la encuesta se formularon con el objetivo de indagar en torno a tres cuestiones:

1. Aspectos técnicos y de forma, para determinar si las consignas son claras o es necesario mejorarlas en eventuales próximas ediciones.
2. Aspectos relacionados con el contenido matemático, a fin de establecer si la actividad favorece el entendimiento de los conceptos abordados y si las y los estudiantes consideran necesario haber estudiado previamente la teoría.
3. Aspectos de formación profesional, para obtener información acerca de la valoración que hacen las y los estudiantes en relación a la relevancia de este tipo de actividades para su formación.

Todas las preguntas se valoran con una escala numérica entre 1 y 5, donde 5 es el puntaje más favorable. En todas las preguntas se ofrece un espacio para comentarios adicionales. Las Figuras 8 a 10 muestran los resultados de la encuesta. Cuando se considera necesario, se grafican por separado las respuestas de estudiantes del primer y segundo semestre.

En relación a la claridad de las consignas, prácticamente el 100 % de las y los estudiantes que respondieron la encuesta eligieron las opciones 5 y 4.



FIGURA 8. Respuestas de estudiantes a la pregunta 1. 8a Primer semestre 8b Segundo semestre

En los aspectos relacionados con el contenido matemático, las respuestas se distribuyeron entre las opciones 5, 4 y 3, como se muestra en las Figuras 9a y 9b.



FIGURA 9. 9a Respuestas de estudiantes a la pregunta 2. 9b Respuestas de estudiantes a la pregunta 3.

En cuanto al aporte de la actividad a la formación profesional, a la información que muestra la Figura 10 podemos agregar los siguientes comentarios de estudiantes: “Además de ayudarme a comprender mejor los conceptos, me motiva porque veo que lo que estamos aprendiendo tiene un trasfondo y que se pueden aplicar los conceptos para ‘resolver’ o entender cosas de la vida real”; “Siempre es útil saber usos, para no sentirte que te sentás a estudiar simplemente números, si no que algún fin, uso, objetivo, tiene todo esto, más allá de aprobar la materia”, “Asociar los conceptos matemáticos a aplicaciones reales creo que es algo que todos los estudiantes de las ciencias aplicadas disfrutamos y da sentido a lo que aprendemos semana a semana en clase”.

Por último, se preguntó si les gustaría realizar más experiencias de este tipo y la totalidad de participantes respondió que sí.

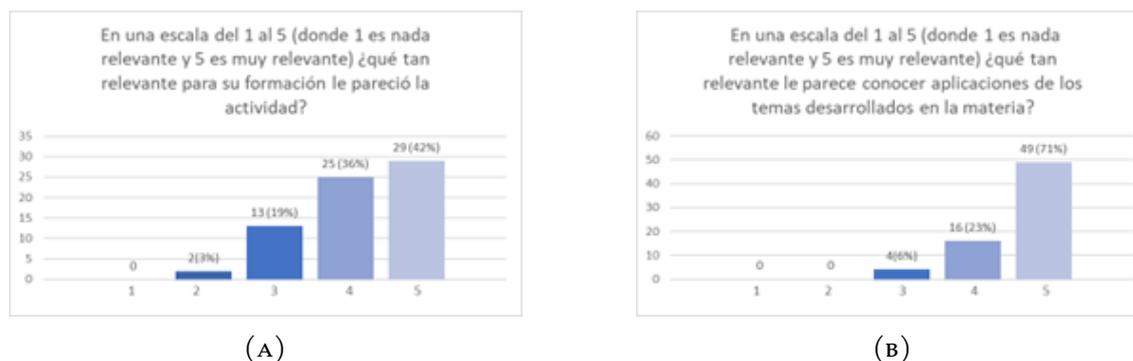


FIGURA 10. Respuestas de estudiantes a las preguntas 4 y 5, respectivamente.

Un dato particularmente interesante, considerando el carácter no obligatorio del taller y el espacio temporal a él dedicado, es la motivación que impulsa a una o un estudiante a asistir al mismo. Entre las respuestas recibidas, figuran: “Ganas de aplicar los conceptos dados en una forma más práctica y dinámica”; “Vine al taller porque me interesa mucho la relación entre la matemática y la programación, tenía la idea de entender cómo funcionan los programas y completamente se cumplió. Lo disfruté y me divertí, es muy didáctico así que es difícil aburrirse, lo mejor fue experimentar los ‘extremos’ para ver que se conseguía”; “Tenía ganas de saber más sobre cómo funcionan las matrices y su aplicación. Esperaba algo más hecho por nosotros pero estuvo buena la clase”. Estos comentarios proveen información valiosa a tener en cuenta en eventuales próximas ediciones.

§6. Reflexiones Finales

Las demandas del CONFEDI en relación a la formación por competencias de las futuras y los futuros profesionales ingenieras/os han instalado la necesidad de revisar las estrategias de enseñanza y aprendizaje, de manera de garantizar que las y los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en su desarrollo. Esto involucra no solo a las y los docentes, sino también a las instituciones educativas. En el caso de la FCEfYn-UNC, las demandas motivaron una reformulación en los planes de estudio, que entrará en vigencia en 2025. En los nuevos planes de estudio, las competencias genéricas y las competencias específicas de cada carrera forman parte del perfil de las y los graduados. Sin embargo, la estructura continúa respondiendo a la de un currículum en el que los contenidos están claramente delimitados por asignaturas, confirmando que “La cuestión de la integración curricular se presenta así, en el marco de los procesos de innovación de la Educación Superior, como una meta a alcanzar a la vez que representa un problema a resolver” (Zamudio et al., 2019, p.28). Esta circunstancia dificulta la

puesta en práctica de experiencias innovadoras y que representen un verdadero desafío en el sentido de la integración curricular.

La educación STEAM provee un marco adecuado para desarrollar en las y los estudiantes las competencias establecidas por el CONFEDI, las cuales están estrechamente relacionadas con las “habilidades para el siglo XXI, como el pensamiento crítico, creatividad, comunicación, que son indispensables para el desarrollo académico, laboral y personal de los estudiantes” (López Gamboa et al., 2020, p.1). En un trabajo que integra aportes de gran cantidad de autores a la discusión sobre la puesta en práctica de conceptos clave de la educación STEAM, Kelley y Knowles (2016) refieren que “existen límites para este enfoque de la enseñanza” (p.3). Uno de los límites que citan es la complejidad que implican las conexiones transversales que es necesario plantear, lo cual representa un gran desafío, en particular cuando las y los estudiantes poseen aún escasa (o ninguna) comprensión de las ideas relevantes en las disciplinas individuales, que es exactamente el contexto en el cual se llevó a cabo la experiencia presentada en este trabajo. De Meester et al. (2021) señala que algunos estudios reportan sobre las dificultades de las y los docentes para diseñar materiales STEAM integrados, pues desarrollar materiales curriculares es un proceso complejo y si bien el concepto de currículum integrado no es nuevo, el diseño de materiales para la educación STEAM sí es algo nuevo para muchas/os docentes. El autor subraya que la participación de las y los docentes en el diseño de materiales STEAM los prepara para implementar estos principios en sus aulas.

Si bien la propuesta que se describe en este artículo contempla una tarea cerrada y de baja dificultad (Ponte, 2005), consideramos que es un puntapié inicial en dirección hacia un cambio de mirada con respecto al tipo de tareas que contribuyen a que las y los estudiantes puedan adquirir las capacidades deseadas. A pesar de la sencillez de la actividad, el taller resulta significativo para la población a la que está dirigido: estudiantes de primer año. Las asignaturas de los primeros años brindan, en general, herramientas de matemática, física y química que serán útiles en las materias específicas de años superiores, por lo cual las y los estudiantes no suelen sentirse motivadas/os por su estudio. Esta actividad ofrece una aplicación concreta de un concepto matemático estudiado, resultando de interés para las y los nóveles estudiantes.

La dinámica del taller permitió que, espontáneamente, las y los estudiantes compartieran los resultados obtenidos en la exploración y se ayudaran mutuamente ante alguna dificultad. Consideramos que estas actitudes son particularmente valiosas en relación con el desarrollo de competencias sociales y actitudinales, como las vinculadas a la comunicación y el trabajo colaborativo.

Los resultados obtenidos y las opiniones de las y los estudiantes en cada edición del taller, permiten realizar modificaciones para mejorar la propuesta. Un objetivo a

corto plazo es reducir la intervención docente, en particular en las anticipaciones, a fin de ampliar las posibilidades de exploración de las y los estudiantes. Por ejemplo, permitir que se exploren todas las operaciones sugeridas por las y los estudiantes en las matrices que representan imágenes (no solamente aquellas que son válidas), o proponer que cada estudiante lleve su propia imagen al taller, a sabiendas de que podrían utilizar imágenes con gran resolución, lo cual produciría un aumento considerable en los tiempos de procesamiento o incluso podrían hacer inviable la tarea con los medios disponibles. Otro objetivo es desarrollar la actividad dentro del horario de clases, para no agregar carga horaria extra a la ya abultada agenda de las y los estudiantes y para que la actividad pueda tener carácter obligatorio. A tales fines, se está gestionando, para 2025, la posibilidad de disponer del laboratorio de informática durante una semana completa.

Hay algunas limitaciones que resultan más difíciles de resolver. Una es la relación docente/estudiante: la actividad resultó más fluida cuando se contó con una docente para 10 estudiantes que cuando participaron 50 estudiantes con 2 docentes. Otra limitación es la duración que se le puede asignar a tareas de esta naturaleza, hasta tanto la estructura curricular de las carreras de ingeniería se reformule lo suficiente como para permitir la planificación de tareas de mayor duración. Una propuesta más extendida en el tiempo permitiría abrir más espacios de exploración para las y los estudiantes.

Bibliografía

- CONFEDI. (2014). *Competencias en Ingeniería*. Mar del Plata: Universidad Fasta Ediciones.
- CONFEDI. (2018). *Propuesta de estándares de segunda generación para acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina "Libro rojo de CONFEDI"*. Mar del Plata: Universidad Fasta Ediciones.
- De Meester, J., De Cock, M., Langie, G., & Dehaene, W. (2021). The Process of Designing Integrated STEM Learning Materials: Case Study towards an Evidence-based Model. *European Journal of STEM Education*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/11341>
- Egea, C. (2024). Matrices y Procesamiento de Imágenes, una experiencia de aprendizaje basado en proyectos. *Actas De Jornadas Y Eventos Académicos De UTN (AJEA)- XXIV Encuentro Nacional y XVI Encuentro Internacional de Educación Matemática en Carreras de Ingeniería (EMCI)*, 41, 179-183. <https://doi.org/10.33414/ajea.1759.2024>
- Kelley, T., & Knowles, J. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *IJ STEM Ed*, 3, 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

- Klein, J. (2006). A Platform for a Shared Discourse of Interdisciplinary Education. *Journal of Social Science Education*, 5(4), 10-18. <https://doi.org/10.4119/jsse-344>
- López Gamboa, M., Córdoba González, C., & Soto Soto, J. (2020). Educación STEM/STEAM: Modelos de implementación, estrategias didácticas y ambientes de aprendizaje que potencian las habilidades para el siglo XXI. *Latin American Journal of Science Education*, 7, 12002. <https://www.lajse.org/may20.html>
- Ponte, J. (2005). Gestão curricular em Matemática: O professor e o desenvolvimento curricular. *Lisboa APM*, 11-34. <http://hdl.handle.net/10451/3008>
- Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Skovsmose, O. (2000). Escenarios de investigación. *Revista EMA*, 6(1), 3-26.
- Zamudio, A., Leiva, S., & Fernández, M. (2019). Integración curricular: un proceso de investigación acerca del curriculum universitario. *Revista de La Escuela de Ciencias de la Educación*, 2(14), 28-40. <https://revistacseducacion.unr.edu.ar/index.php/educacion/article/view/447>

CLAUDIA EGEA

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba

Facultad Regional Córdoba – Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

(✉) claudia.egea@unc.edu.ar

SILVINA SMITH

Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación - Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

(✉) silvina.smith@unc.edu.ar

Recibido: 3 de enero de 2025.

Aceptado: 26 de agosto de 2025.

Publicado en línea: 29 de agosto de 2025.
