

Matemática y pensamiento computacional: Una propuesta de cursada en construcción

Carlos Roberto Pérez Medina⁽¹⁾

¹ Centro Educativo Técnico de Nivel Terciario Malvinas Argentinas / Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur.

¹ crperez@untdf.edu.ar

Resumen

Se comparte la propuesta de clases que se diseñó e implementó para el espacio académico Matemática orientada al pensamiento computacional, de la Tecnicatura Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial del Centro Politécnico de Nivel Superior “Malvinas Argentinas”. La propuesta tiende a promover el desarrollo del pensamiento matemático y su vinculación con el pensamiento computacional, por medio de la modelación de situaciones problema en el área de la ciencia de datos, en una modalidad de cursada híbrida. El desarrollo de las clases comprende la explicación de los conceptos matemáticos que están detrás de los objetos de la ciencia de datos, apoyada con recursos multimedia de la web, mayoritariamente videos de YouTube, cuyo contenido es informativo o explicativo de ejemplos de actividades prácticas desarrolladas. Se usa las rutinas de pensamiento en la evaluación de las clases como dispositivo de metacognición sobre el propio aprendizaje. Los estudiantes valoran positivamente el desarrollo del contenido de las clases porque les resulta claro y les posibilita generar conexión con los contenidos de las demás asignaturas que cursan simultáneamente en la carrera. Se reconocen varios puntos sobre los que trabajar en el corto plazo de cara a la segunda implementación de la propuesta de clases.

Palabras clave: Educación técnico profesional; enseñanza de la matemática; pensamiento computacional; modelación matemática.

Contextualización de la experiencia

En la provincia de Tierra del Fuego Antártida e Islas del Atlántico Sur se funda el Centro Politécnico de Nivel Superior “Malvinas Argentinas” en la ciudad de Río Grande en 2022, cuya oferta educativa para el nivel superior, en el ámbito de Educación Técnica de la modalidad de Educación Técnico Profesional, incluye la Tecnicatura Superior en Ciencia de Datos e Inteligencia Artificial. Esta carrera surge en respuesta a la necesidad creada por la transformación digital vivida en los últimos años, en relación con el manejo y la gestión de sistemas de datos con niveles de inteligencia avanzada, en tanto la ciencia de datos y la inteligencia artificial constituyen un fenómeno global.

La Tecnicatura tiene como requisito de ingreso tener el nivel secundario acreditado, y en cuanto al perfil profesional del egresado vincula aspectos relacionados con la capacidad para realizar proyectos de innovación en el campo de la Ciencia de Datos como de la Inteligencia Artificial y pensar con criterio estadístico situaciones de trabajo con gran cantidad de datos, también con el conocimiento de técnicas específicas para explorar, limpiar y preparar diversas fuentes de datos antes de su procesamiento. En relación con el área ocupacional para la que tiene alcance el título, la carrera proyecta, entre otros, la toma de decisiones en sectores profesionales como salud, genética, agro, redes sociales, marketing, finanzas, banca, comercialización de productos y telefonía.

La cursada de la carrera se organiza en 4 cuatrimestres bajo la modalidad híbrida, en tanto se organiza con espacios de interacción entre docentes y estudiantes en línea sincrónicos y presenciales que no requieren asistencia obligatoria, apoyados en un aula virtual del campus virtual del Instituto, que se aloja en la plataforma Moodle. En esta se pone la clase a disposición de quienes cursan, la cual consiste en un documento en formato PDF que contiene el desarrollo de los contenidos y las actividades prácticas propuestas, junto con actividades de evaluación y referencias bibliográficas para consulta. Cada semana se habilita una clase en el campus virtual que contiene material audiovisual, de lectura, ejercicios, foros, evaluaciones, entre otros recursos pertenecientes a los entornos virtuales de aprendizaje. En la misma semana quienes cursan tienen dos encuentros con el docente, uno sincrónico en línea de dos horas cátedra y otro presencial de tutoría cuyo propósito es acompañar la trayectoria del grupo de estudiantes.

En el marco de la apertura del segundo cuatrimestre de funcionamiento de la Tecnicatura, se diseñó e implementó una propuesta de clases para el espacio académico

Matemática orientada al pensamiento computacional. Este tiene formato de asignatura, se ubica en el primer cuatrimestre del primer año de la carrera, forma parte del bloque de formación de fundamento de esta y está pensado para abordar los saberes científicos que otorgan sostén matemático a los conocimientos y habilidades acerca de las técnicas estudiadas para el tratamiento y procesamiento de las fuentes de datos propias del campo profesional de un técnico en ciencia de datos e inteligencia artificial. La cursada del espacio es cuatrimestral con una carga horaria semanal de 5 horas cátedra.

El plan de estudios de la carrera plantea que la asignatura aborde los principales saberes de la matemática y el álgebra orientados al pensamiento computacional. En ese marco, se prevé que se desarrolle un abordaje teórico-conceptual y metodológico de los contenidos alrededor de propuestas de resolución de problemas propios del campo profesional mediante la utilización de algoritmos, procesos lógicos, estimación aproximada de resultados, construcción de modelos algebraicos, medición y procedimientos de cálculo numérico. Ello con proyección a facilitar el desarrollo de habilidades de pensamiento matemático para la resolución de problemas y la construcción de capacidades técnicas en torno a la lógica de programación, lo que será de suma importancia para el abordaje de todos los espacios curriculares de la tecnicatura.

De acuerdo con el diseño curricular de la carrera, la correlación temática existente entre la asignatura y las cátedras Lógica y Probabilidad y estadística, que se cursan en simultáneo, corresponde a una articulación horizontal; y según el plan de correlatividades y el régimen de aprobación, la asignatura debe estar regularizada para cursar Práctica Profesionalizante I y Ciencia de Datos, que también están en el primer año. En ese marco, la correlación temática existente de la asignatura con estas cátedras es una articulación vertical.

Objetivos buscados

La experiencia educativa que se comparte en esta comunicación corresponde al diseño e implementación de una propuesta de clases para la asignatura Matemática orientada al pensamiento computacional, en el segundo cuatrimestre de funcionamiento de la carrera. Se asume esta situación en la perspectiva de un problema profesional de la enseñanza de la matemática.

Para el diseño de la propuesta de clases se decidió hacer una priorización de contenidos de acuerdo con dos realidades. Por un lado, la experiencia de desarrollo de la cursada de

la asignatura en el primer cuatrimestre de apertura de la carrera, y por otro, en coherencia con los aprendizajes de esta que se retoman como conocimientos previos para el cursado de las asignaturas Base de datos y Programación II, ambas en el segundo cuatrimestre del primer año de la carrera. Todo ello en el marco del planteamiento del plan de estudios de la carrera que, respecto de la naturaleza de la matemática que se estudia en la asignatura, plantea que se aborden los principales saberes de la matemática y el álgebra orientados al pensamiento computacional. En ese orden de ideas, de los contenidos mínimos se priorizaron: conjuntos, matrices y sistemas de ecuaciones lineales, relaciones, aritmética entera y modular, y espacios vectoriales.

El plan de estudios establece como objetivos generales de aprendizaje para la asignatura, el conocer y manejar estructuras de conjuntos y matrices para la resolución de problemas propios del campo profesional, estos problemas orientados hacia las aplicaciones de la informática mediante sistemas de ecuaciones. También, la utilización del lenguaje matricial y su operatoria para la resolución de sistemas de ecuaciones lineales, fortaleciendo la comprensión de su uso en áreas como algoritmos, computación gráfica, geometría computacional, y el reconocer estructuras fundamentales del álgebra como grupos y espacios vectoriales.

Como propósito de la propuesta de clases se propuso: Articular el entorno virtual de aprendizaje como un escenario pertinente y favorable, que promueva en los estudiantes la construcción de conocimientos y el desarrollo de habilidades básicas para la modelación de situaciones problema que involucren elementos de la teoría de conjuntos y el álgebra orientados al pensamiento computacional.

Referentes teóricos

Siguiendo a Bordignon e Iglesias (2020), se asume que el pensamiento computacional se refiere a las habilidades que son necesarias para programar, asumiendo que “no solo están enfocadas en entender cómo funciona una computadora y qué es capaz de hacer, sino también en desarrollar herramientas y técnicas para analizar los problemas y diseñar sus posibles soluciones” (p. 11). Esta visión se complementa con la situación de que el pensamiento computacional busca su espacio en el ámbito educativo, por lo cual se lo incluye en las clases, y es a partir de lo cual se identifica que este tipo de pensamiento tiene estrecha cercanía con el pensamiento matemático.

El pensamiento matemático es entendido en el sentido de los estudios de Jean Piaget a mediados del siglo XX, que lo distinguen del pensamiento lógico, como aquel que

“versa sobre el número y sobre el espacio, dando lugar a la aritmética y a la geometría” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 56). En ese sentido, se asume la conceptualización de López (2019), “Pensamiento matemático se denomina a la forma de razonar que utilizan los matemáticos profesionales para resolver problemas provenientes de diversos contextos, ya sea que surjan en la vida diaria, en las ciencias o en las propias matemáticas. Este pensamiento, a menudo de naturaleza lógica, analítica y cuantitativa, también involucra el uso de estrategias no convencionales” (p. 1).

Respecto de la modelación matemática, siguiendo a Villa-Ochoa *et al.* (2022), se la concibe como un proceso en la clase de matemática en el sentido de “la actividad del matemático aplicado una oportunidad para resolver problemas reales en el aula y desarrollar conocimientos matemáticos en los estudiantes” (p. 69). Desde esa visión, se asume la modelación como un conjunto de fases sucesivas de un fenómeno, a partir de las cuales existen ciclos de modelación a través de los cuales se construye un modelo matemático asociado a una situación problema. Se asume modelo matemático en el sentido de Blomhøj (2004) como “una relación entre ciertos objetos matemáticos y sus conexiones, por un lado, y por el otro, una situación o fenómeno de naturaleza no matemática” (p. 21).

Descripción de la propuesta de cursada

El diseño de las clases se implementa en una cursada de 10 clases en modalidad híbrida, en las que, salvo la n° 6 que se dedica a hacer un repaso, las demás desarrollan contenido. Las unidades de contenido del programa se distribuyen en varias clases de acuerdo con la conexión pretendida entre los objetos matemáticos y los de la ciencia de datos. La tabla 1 muestra la distribución en las 8 clases de desarrollo de los contenidos priorizados y las unidades a las que corresponden, y la relación de estos con los objetos de la ciencia de datos.

Tabla 1. Distribución de contenidos y objetos de la ciencia de datos en las clases.

U	CLASE	CONTENIDO	CIENCIA DE DATOS
CONJUNTOS	1	Noción de conjuntos. Pertenencia. Inclusión. Subconjuntos. Traducción de lenguaje coloquial a notación conjuntista.	Bases de datos, columnas y registros, lenguaje de computación SQL
	2	Operaciones con conjuntos: unión, intersección, complemento, diferencia, diferencia simétrica. Leyes del álgebra de conjuntos.	Manejo de bases de datos relacionales en SQL: consultas y comandos JOIN
	3	Cardinalidad. Principio de inclusión-exclusión. Problemas de conteo.	Consultas a bases de datos relacionales: situaciones de

			alto conteo
RELACIONES	4	Producto cartesiano: relaciones. Relaciones definidas en un conjunto. Dominio e imagen. Representación. Matriz asociada a una relación.	Funcionamiento interno de comandos JOIN en SQL
	5	Grafos dirigidos como representación de una relación. Composición de relaciones. Propiedades de una relación. Clasificación. Relaciones de equivalencia y orden. Diagrama de Hasse.	
SISTEMAS Y MATRICES	7	Matrices: definición, clasificación y operaciones. La función determinante: definición, propiedades, cálculo y desarrollos. Inversión de matrices	Organización y manipulación de información de bases de datos relacionales.
	8	Sistemas de ecuaciones: clasificación, equivalencia. Matrices y sistemas de ecuaciones: rango, método de Gauss y eliminación de Gauss-Jordan. Sistemas homogéneos.	Solución de problemas.
VECTORES	9	Producto vectorial. Sistemas de vectores equivalentes. Vectores en el plano.	Bases de datos dimensionales

En la escritura del desarrollo de las clases se tomó como eje de trabajo para la toma de decisiones, promover el desarrollo del pensamiento matemático y su vinculación con el pensamiento computacional, por medio de la modelación de situaciones problema en el área de la ciencia de datos. Particularmente, se pretendió hacer visibles los objetos matemáticos presentes en las situaciones de ciencia de datos y su tratamiento matemático para resolver un problema.

La organización de las clases es única, se hace una explicación de los conceptos matemáticos que están detrás de los objetos de la ciencia de datos, apoyada con ejemplos para ilustrarla y enlaces a recursos multimedia de la web, mayoritariamente videos de YouTube, cuyo contenido es informativo para ampliar la explicación o explicativo de ejemplos de actividades prácticas desarrolladas. A través de esa estructura quedan enunciados los conceptos matemáticos que se estudiarán en la clase en lo que sigue, desde una perspectiva más disciplinar, que se complementa con enlaces a recursos multimedia de la web para, principalmente, mostrar la parte práctica asociada al concepto desarrollado. Posterior a tal desarrollo, se incluyen las actividades que se proponen como práctica de la clase.

La evaluación de las clases está propuesta en dos formatos. Para las clases pares un cuestionario creado en Moodle cuyas preguntas son actividades prácticas extra a las de la clase. Para las clases impares un foro llamado de intercambio, en el que se pide a los estudiantes, además de contar las respuestas dadas a algunas de las actividades prácticas de la clase, responder rutinas de pensamiento. Estas son una herramienta de la enseñanza para la comprensión (Perkins, 2008), que se vieron pertinentes para la modalidad de cursado en tanto se usan como dispositivos que promueven la metacognición de quienes cursan acerca de su aprendizaje de los contenidos de la clase. Se utilizaron las rutinas *antes pensaba... ahora pienso...* y 3, 2, 1: 3 ideas, 2 preguntas y 1 analogía.

El siguiente es un fragmento de la clase 1, del primer apartado del desarrollo titulado **BASES DE DATOS Y CONJUNTOS**:

Por ejemplo, el listado de estudiantes de una institución educativa universitaria es una base de datos, la siguiente tabla sería un ejemplo de la estructura de las informaciones de un listado.

ESTUDIANTE	NOMBRE	APELLIDO	CARRERA	INGRESO
1	Ana	Rodríguez	Medicina	2018
2	Rodrigo	Suarez	Física	2021
3	Paula	Sánchez	Contaduría	2014
4	Camilo	Cifuentes	Ingeniería Industrial	2011
5	Andrés	Nerón	Medicina	2019
6	Julietta	Ortiz	Psicología	2005
7	Andrea	Ramírez	Arquitectura	2004
8	Néstor	Martínez	Física	2009



Cada una de las columnas de la tabla corresponde a un tipo de dato, por lo que determina un conjunto de datos. La columna NOMBRE sería el conjunto de nombres de los estudiantes de la institución, y de la misma forma las demás columnas. ¿Cuáles son los conjuntos que determinan las siguientes columnas?

Cada uno de los nombres de la columna NOMBRE corresponde a un elemento del conjunto NOMBRE, por lo que podemos decir, por ejemplo, Paula pertenece al conjunto de nombres de los estudiantes de la institución. Eso mismo se puede escribir de manera más corta usando lenguaje matemático de la teoría de conjuntos: representamos el conjunto con la letra N y usamos el símbolo \in que significa pertenece, quedaría

$$Paula \in N$$

Figura 1. Fragmento clase 1.

Resultados obtenidos

Las respuestas de quienes cursaron la asignatura a las rutinas de pensamiento muestran que el diseño de la propuesta de clases fue afortunado y pertinente en mayor medida, en tanto destacan como cualidad la conexión de las clases con los contenidos que estudian en las asignaturas de Programación I y Lógica. De la rutina “antes pensaba y ahora pienso sobre los conjuntos” destacan que:

- “Pienso ahora que es esencial y fundamental su conocimiento y estudio para saber agrupar, separar y relacionar datos de objetos, individuos etc.”

- “Creo que es importante, los conceptos de la Teoría de Conjuntos pueden aplicarse al análisis de bases de datos y las relaciones entre sus elementos.”

- “Ahora pienso que además, la teoría de conjuntos sirve para poder aplicar conceptos lógicos en el manejo de datos y su clasificación.”

Otras respuestas de quienes cursaron refirieron a que el enfoque dado a las clases les permitió conocer en qué se aplican contenidos como conjuntos, y que les ayudó a ampliar su comprensión acerca de los mismos porque ya no les resultan meras nociones teóricas de la matemática. También atribuyen a la orientación dada al estudio de los conjuntos, que les permitió encontrar sentido a aprender este contenido, así como también verlo más ampliamente, en el sentido de una manera más macro, y que les permite aplicarlos en otras materias y relacionarlas entre sí. Destacan de las clases que “Las explicaciones del material brindado fueron muy claras” y que “tuvo conceptos claros, que me ayudaron a ver la matemática como herramienta para el manejo de datos.”

En particular para la clase 3, se destacan las siguientes respuestas de quienes cursaron respecto de la pregunta de 1 analogía sobre el tema de la clase: “Podemos trazar una analogía entre los ejercicios que realizamos en esta clase 3 y los ejercicios que estamos realizando en la clase de bases datos, cuando por ejemplo aplicamos condicionales en nuestras consultas de datos, ya que al hacer esto tomamos subconjuntos o intersecciones entre los diferentes conjuntos de datos en nuestras bases de datos.”

Evaluación de la experiencia

La evaluación de la experiencia de diseño e implementación de una propuesta de clases para la asignatura Matemática orientada al pensamiento computacional, se hace a partir de la reflexión en torno a lo logrado respecto de varios aspectos.

En relación con las intenciones de enseñanza desde el marco de referencia conceptual, sigue siendo un desafío la elección de actividades prácticas para que sean coherentes con el enfoque de desarrollo del contenido en las clases, de modo que se promueva el desarrollo del pensamiento matemático en contextos de modelación matemática, sin que el estudio de los objetos matemáticos se reduzca a las prácticas habituales de ejercitación de procedimientos tradicionales.

En relación con las intenciones de enseñanza, se puede decir que la retroalimentación recibida de los estudiantes por medio de sus respuestas a las rutinas de pensamiento en la evaluación de las clases, dejan ver que se obtuvieron logros importantes en el alcance

del propósito de enseñanza propuesto. En el corto plazo hay que seguir trabajando en la articulación entre las herramientas de la plataforma Moodle disponibles en el aula virtual para generar instrumentos de evaluación más pertinentes a la modelación matemática pretendida.

En cuanto a los objetivos de aprendizaje se podría decir que en la medida en que se disponga de actividades prácticas más coherentes con el desarrollo de las clases, se promoverá un escenario de aprendizaje más idóneo para el alcance de los objetivos propuestos.

En el marco de estas reflexiones, con base en los resultados alcanzados en la implementación de la propuesta de clases, se continúa la construcción de la propuesta de cara al segundo cuatrimestre del año en el que se implementaría por segunda vez en el tercer semestre de funcionamiento de la carrera. El desafío en el corto plazo se prevé en el ajuste de las clases diseñadas respecto de la distribución de contenidos y su extensión, para profundizar algunos e incluir otros más de los priorizados que hicieron falta, y respecto de las actividades prácticas para que sean más cercanas al desarrollo del contenido.

Referencias bibliográficas

- Blomhøj, M. (2004). *Mathematical modelling - A theory for practice* (M. Mina, trads.). En B. Clarke., G. Emanuelsson., B. Johnansson., D. Lambdin., F. Lester., A. Walby y K. Walby. (eds.). *International Perspectives on Learning and Teaching Mathematics*. National Center for Mathematics Education (pp. 145-159). <https://www.famaf.unc.edu.ar/~revm/Volumen23/digital23-2/Modelizacion1.pdf>
- Bordignon, F. y Iglesias, A. (2020). *Introducción al pensamiento computacional*. UNIPE: Editorial Universitaria; EDUCAR S.E. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/gsd/collect/ar/ar-050/index/assoc/D14927.dir/introduccion-pensamiento-computacional.pdf>
- López, M. (2019). *El pensamiento matemático*. <https://see.michoacan.gob.mx/wp-content/uploads/2019/02/1er-lugar.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en matemáticas, lenguaje, ciencias y ciudadanas*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Perkins, D. (2008). ¿Qué es la comprensión? En M. Stone Wiske. (comp.). *La Enseñanza para la Comprensión: vinculación entre la investigación y la práctica* (pp. 69-92). Paidós.

Villa-Ochoa, J., Sánchez-Cardona, J. y Parra-Zapata, M. (2022). Modelación matemática en la perspectiva de la educación matemática. En M. Rodríguez., M. Pochulu y Espinoza, F. (eds.). Educación matemática: aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos (pp. 67-89). Ediciones UNGS. <http://funes.uniandes.edu.co/30732/>