

Cuando una ecuación se volvió presión, calor y datos: una crónica transdisciplinar desde el aula de ingeniería

Bertha Ivonne Sánchez Luján

Jiménez, Chihuahua, México

ivonnesanchez10@yahoo.com

Doutora em Educação Matemática

Tecnológico Nacional de México-Ciudad Jiménez

<https://orcid.org/0000-0002-3595-8281>

La ecuación del martes

Ese martes llegué al aula con una ecuación diferencial y salí con la sospecha de que las matemáticas son, en el fondo, una forma de escuchar al mundo.

Escribí el modelo logístico en el pizarrón con la misma naturalidad con que uno escribe su nombre:

$$\frac{dP}{dt} = 0.1P\left(1 - \frac{P}{2000}\right), \quad P(0) = 100$$

Algunos estudiantes ya tecleaban en sus calculadoras. Otros me miraban con esa paciencia educada de quien espera que el procedimiento comience. El modelo era conocido: una población que crece rápidamente al principio y luego se frena cuando los recursos se agotan. Una curva en forma de S. Un clásico de las ecuaciones diferenciales de primer orden que aparece en cualquier libro de cálculo avanzado.

Hice lo de siempre: expliqué los parámetros. La tasa de crecimiento $r = 0.1$ indicaba qué tan velozmente crecía la población en las primeras etapas. La capacidad de carga $K = 2000$ representaba el límite máximo que el entorno podía sostener. La condición inicial $P(0) = 100$ que sitúa el punto de partida. Todo en orden. Todo dentro del territorio conocido de las matemáticas.

Entonces lancé la pregunta. Casi de pasada, como quien añade una observación al margen: *¿en qué sistema de ingeniería podrían encontrarse con este comportamiento?*



La pregunta que cambió el aire

Hubo silencio. No el silencio del que no sabe – ese tiene una textura distinta, más tensa – sino el silencio de los que nunca se lo habían preguntado. Fue un silencio breve pero significativo: el instante en que una idea abandona el territorio conocido y busca nuevo espacio para instalarse.

Al fondo del aula un estudiante de Mecatrónica, con cierta cautela inicial, dijo que eso se parecía a lo que pasa en una tolva de material: al principio el flujo entra rápido, pero conforme el depósito se llena, el sistema regula la entrada automáticamente hasta que el nivel se estabiliza. Otro estudiante, añadió sin esperar turno: que algo similar ocurre con la carga térmica en un disipador electrónico: la temperatura sube rápido al inicio y luego se aproxima a un límite que el dispositivo no debe superar.

Una estudiante de Electromecánica intervino con más confianza indicando que en una red de área local, el tráfico de datos crece cuando se conectan más dispositivos, pero cuando la red alcanza su capacidad máxima y el flujo ya no puede aumentar. Era, punto por punto, la misma dinámica del modelo logístico. Solo que ahora tenía cables, nodos y paquetes de información en lugar de poblaciones abstractas (sí, esas que se mencionan en los libros de texto).

El aula se transformó y la ecuación seguía escrita en el pizarrón, sin cambiar un símbolo.

Cuando la K dejó de ser una letra

Lo que ocurrió en los minutos siguientes podría describirse, con precisión académica, como un proceso de resignificación cultural del modelo matemático y en efecto eso es lo que fue D'Ambrosio (2001). Sin embargo, desde adentro de la experiencia, lo que yo veía era algo más cotidiano y más extraño a la vez: cada equipo estaba adoptando la ecuación como si fuera propia, traduciéndola al lenguaje de su formación profesional.



Un equipo de Electromecánica eligió modelar el comportamiento de un capacitor dentro de un circuito RC con regulación. Entre ellos comentaban que el voltaje acumulado crece rápidamente al inicio de la carga, luego se aproxima de manera asintótica al voltaje máximo que el circuito puede soportar. El parámetro K (que en el libro es la capacidad de carga de una población), se convirtió en su análisis en el voltaje de saturación del sistema. La tasa r representa la velocidad de carga en función de la resistencia. La condición inicial $P(0) = 100$ era el voltaje inicial al momento de conectar el circuito.

Otro equipo, también de Electromecánica, trabajó sobre el calentamiento de una resistencia térmica. Señalaron que al activar el componente, la temperatura aumenta con rapidez al principio y luego tiende hacia un valor de equilibrio determinado por las características del material y las condiciones de disipación del calor. La capacidad de carga K es la temperatura máxima de operación segura antes de que el dispositivo entrara en zona de riesgo.

En Mecatrónica, un equipo presentó el modelo aplicado a la presión en una cámara de compresión neumática: la presión crece mientras el compresor trabaja, pero el sistema de regulación impide que supere el valor de diseño. Otro grupo modeló la saturación de sensores ópticos en un sistema de visión artificial, donde la señal de respuesta aumenta conforme crece la intensidad lumínica hasta alcanzar el umbral máximo del sensor.

Cada equipo había tomado los mismos tres parámetros r , K , $P(0)$ y los había rellenado con nombres técnicos, unidades físicas y algunos significados propios de su campo. La ecuación no había cambiado. Pero ahora hablaba cuatro idiomas técnicos de manera simultánea. Aquello que Bishop (1999) describe como enculturación matemática (el proceso mediante el cual los sujetos incorporan el conocimiento matemático a sus prácticas culturales) ocurría ante mis ojos, en tiempo real, sin haberlo planificado; mis estudiantes realmente me sorprendieron.

Las curvas que no se parecen entre sí

El siguiente paso fue trabajar en la simulación computacional: pantallas abiertas, gráficas en construcción, discusiones técnicas mezcladas con consultas al software. Algunos usaron GeoGebra, otros Python, algunos Excel. La instrucción era la misma para todos: simular $P(t)$ con las condiciones dadas y luego comparar escenarios con distintas condiciones iniciales.

Lo que llamó mi atención no fue la curva en sí, ya que todos la habíamos visto antes, sino el momento en que cada equipo la contextualizó. Al graficar la función con los parámetros del circuito RC, alguien señaló el valor t en que el voltaje alcanzaba el 80% de saturación. “¿Ese es el punto en que deberíamos apagar el sistema para evitar que se dañe?”, preguntó otro integrante del equipo. La respuesta matemática era sí: en ese instante, el sistema ya había acumulado el 80% de su capacidad máxima y la tasa de crecimiento comenzaba a desacelerarse de manera pronunciada.

¿Qué implica alcanzar el 60% de la capacidad? ¿Y el 90%? ¿Qué ocurriría si el sistema sobrepasara el valor K ? La misma discusión se repitió, con distintas palabras, en cada mesa; las respuestas no eran simples cálculos: implicaban decisiones de diseño, criterios de seguridad, protocolos de operación. La ecuación logística pasó de ser un objeto matemático a convertirse en una herramienta de razonamiento técnico.

Entonces recordé una idea que D'Ambrosio (2001) sostiene con insistencia: las matemáticas no existen únicamente como estructuras abstractas, sino también como prácticas culturales que emergen cuando las personas utilizan conceptos matemáticos para interpretar su realidad. Lo que ocurría en cada mesa no era una aplicación mecánica del modelo, sino una apropiación activa, situada, culturalmente marcada.

La ecuación ya no vivía en el pizarrón

Mientras los equipos organizaban sus materiales para la presentación, casi al terminar la clase me detuve frente al pizarrón. La ecuación seguía ahí, tal y como la había escrito al principio. Los mismos símbolos, los mismos parámetros, el mismo valor inicial.

Y sin embargo, algo había cambiado de manera irreversible.

En el transcurso de dos horas, aquella ecuación había atravesado sistemas neumáticos, redes de datos, circuitos electrónicos, disipadores térmicos y sensores ópticos. Los estudiantes reinterpretaron cada caso desde su propio conocimiento, desde la mirada cultural de esa comunidad de práctica donde los ingenieros aprenden a calcular, y a ver el mundo con ojos técnicos (D'Ambrosio, 2001).

Lentamente borré el pizarrón y la ecuación desapareció de la vista de los estudiantes, pero estoy segura que continuaba en sus mentes.

Quizá eso sea lo que la Etnomatemática anuncia, a veces casi en silencio, desde el interior de las aulas de ingeniería: que las matemáticas no terminan donde termina la clase. Que una ecuación puede escaparse del pizarrón, instalarse en los sistemas que los estudiantes un día van a diseñar, y seguir viviendo ahí, con otro nombre, con otras unidades, con el mismo comportamiento asintótico de siempre.

Eso fue lo que ocurrió ese martes. Y al salir del aula, pensé que la transdisciplinariedad no siempre llega anunciada en grandes conferencias. A veces llega en forma de pregunta, casi de pasada, frente a un pizarrón lleno de símbolos. Una idea matemática puede atravesar distintos saberes y convertirse en un punto de encuentro entre ellos. Y tal vez ahí, en ese tránsito inesperado entre matemáticas, ingeniería y tecnología, comenzó a anunciarse -casi sin que nos diéramos cuenta- la dimensión transdisciplinar de la etnomatemática.



Referencias

Bishop, A. J. (1999). *Enculturación matemática: La educación matemática desde una perspectiva cultural*. Paidós.

D'Ambrosio, U. (2001). *Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade*. Autêntica.



Quando uma equação se transformou em pressão, calor e dados: uma crônica transdisciplinar da sala de aula de engenharia

When an Equation Became Pressure, Heat, and Data: a transdisciplinary chronicle from the engineering classroom

Cuando una ecuación se volvió presión, calor y datos: una crónica transdisciplinar desde el aula de ingeniería

Resumo

Esta crônica relata uma experiência vivida em uma aula de equações diferenciais com estudantes de engenharia mecatrônica e eletromecânica. A partir da análise da equação logística, tradicionalmente associada ao crescimento populacional, os estudantes foram convidados a reinterpretar o modelo em sistemas próprios da engenharia. Surgiram exemplos como pressão em sistemas pneumáticos, dissipação térmica e tráfego em redes de dados. Nesse processo, o modelo matemático adquiriu novos significados dentro da cultura profissional dos estudantes, evidenciando como conceitos matemáticos podem circular entre diferentes saberes e anunciar uma dimensão etnomatemática e transdisciplinar na prática educativa.

Palavras-chave: Etnomatemática. Modelagem matemática. Educação em engenharia. Transdisciplinaridade.

Abstract

This chronicle describes an experience that took place in a differential equations class with mechatronics and electromechanical engineering students. Starting from the logistic equation, traditionally associated with population growth, students were invited to reinterpret the model within engineering systems. Examples emerged such as pressure in pneumatic systems, thermal dissipation, and network data traffic. Through this process, the mathematical model gained new meanings within the students' professional culture, revealing how mathematical concepts can circulate across different knowledge domains and suggesting an ethnomathematical and transdisciplinary dimension in educational practice..

Keywords: Ethnomathematics. Mathematical modeling. Engineering education. Transdisciplinarity.

Resumen

Esta crónica relata una experiencia desarrollada en una clase de ecuaciones diferenciales con estudiantes de ingeniería mecatrónica y electromecánica. A partir del análisis de la ecuación logística, tradicionalmente vinculada al crecimiento poblacional, se invitó a los estudiantes a reinterpretar el modelo en sistemas propios de la ingeniería. Surgieron ejemplos como presión en sistemas neumáticos, disipación térmica y tráfico en redes de datos. En ese proceso, el modelo matemático adquirió nuevos significados dentro de la cultura profesional de los estudiantes, mostrando cómo los conceptos matemáticos pueden circular entre distintos saberes y anunciar una dimensión etnomatemática y transdisciplinaria en la práctica educativa.

Palabras clave: Etnomatemática. Modelación matemática. Educación en ingeniería. Transdisciplinariedad.

