



## Matemáticas en la ingeniería para la Industria 5.0: del cálculo automatizado al pensamiento crítico y ético

**Bertha Ivonne Sánchez Luján \***

Tecnológico Nacional de México / IT de  
Ciudad Jiménez,  
Chihuahua, Chihuahua, México

**María Teresa Martínez Acosta**

Tecnológico Nacional de México / IT de  
Ciudad Jiménez,  
Chihuahua, Chihuahua, México

**Javier Montoya Ponce**

Tecnológico Nacional de México / IT de  
Ciudad Jiménez,  
Chihuahua, Chihuahua, México

**María Guadalupe Amado Moreno**

Tecnológico Nacional de México / IT de  
Mexicali,  
Mexicali, Baja California, México

\* Autor de correspondencia: [ivonnesanchez10@yahoo.com](mailto:ivonnesanchez10@yahoo.com)

---

**Resumen:** Este artículo presenta una experiencia de aula en la que estudiantes de ingeniería modelaron un brote real de sarampión en Chihuahua mediante ecuaciones diferenciales, programación en Python y el uso de ChatGPT en Google Colab. Más allá del contenido técnico, se promovió el pensamiento crítico, la reflexión ética y el uso contextual de herramientas digitales. Desde un enfoque socioepistemológico y crítico, la experiencia mostró cómo las matemáticas pueden vincularse con problemáticas reales, y fortalecer competencias clave para la Industria 5.0, como la toma de decisiones, la colaboración interdisciplinaria y la responsabilidad social en la formación profesional.

**Palabras clave:** Ecuaciones diferenciales, educación matemática, Industria 5.0, modelación matemática, pensamiento crítico.

---

### 1. Introducción: lo que debemos saber de inicio

El avance de la tecnología ha cambiado el “cómo” de la producción, el diseño o la interacción entre personas y máquinas; y también el “para qué”. Tras la consolidación de la Industria 4.0,

centrada en la digitalización, automatización e integración de sistemas ciberfísicos (Pangol Lascano, 2022) comienza a tomar forma una nueva visión: la Industria 5.0. Esta no se conforma con integrar máquinas inteligentes; va más allá. Pone al ser humano en el centro, con todo lo que eso implica: su creatividad, su bienestar y su capacidad de imaginar futuros más justos y sostenibles (Pérez Domínguez, 2024).

En este nuevo escenario, la formación de ingenieras e ingenieros se encuentra ante el desafío de adaptarse a un entorno cambiante, caracterizado por la interdisciplina, el uso ético de la inteligencia artificial y compromisos reales con la sostenibilidad. ¿Y qué papel juega aquí la enseñanza de las matemáticas? Históricamente ligada a fórmulas y algoritmos, deberá incorporar el desarrollo de otras habilidades en los estudiantes: fomentar el pensamiento crítico, ayudar a leer el mundo a través de datos, modelar fenómenos reales con sentido y, sobre todo, proponer soluciones que no ignoren su dimensión social y ética. Diversos enfoques educativos coinciden en que el aprendizaje matemático significativo se fortalece cuando se vincula con situaciones auténticas, tecnologías emergentes y entornos colaborativos (Cantoral, 2016; Freire, 1970). Desde esta perspectiva, la enseñanza de las matemáticas en carreras de ingeniería no puede reducirse a manejar técnicas de resolución, además debe integrar componentes cognitivos, tecnológicos y humanistas que preparen a los estudiantes para participar activa y éticamente en la transformación de la sociedad desde el campo de la ingeniería.

Este artículo busca compartir una experiencia concreta y significativa: una actividad de aula desarrollada en la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, en la que se modeló el brote de sarampión registrado en el estado de Chihuahua. Se trató de una oportunidad para resignificar el aprendizaje matemático desde un enfoque ético, crítico y situado. Una propuesta que, creemos, puede contribuir a imaginar una nueva ingeniería para una nueva sociedad.

## **2. Fundamentos Teóricos: reglas y principios científicos importantes**

La transformación que plantea la Industria 5.0 es digital y al mismo tiempo humana. Invita a repensar desde la raíz cómo se forman los futuros profesionales de la ingeniería. Ya no basta con dominar tecnologías sofisticadas o entender sistemas automatizados (Haro Esquivel & Ayala Hernández, 2024). Lo que este nuevo paradigma exige es una industria que sea

sostenible, resiliente y, sobre todo, centrada en las personas: sus valores, sus decisiones y su capacidad de actuar con responsabilidad.

Formar ingenieros en este contexto implica algo más que transmitir conocimientos técnicos. Se trata de cultivar habilidades críticas, actitudes éticas y una disposición genuina al trabajo colaborativo. Y aquí es donde la educación matemática se vuelve clave. Más allá de ser un conjunto de herramientas para resolver ecuaciones, la matemática se convierte en un lenguaje para comprender la complejidad del mundo: permite modelar fenómenos, analizar datos con profundidad, optimizar procesos de manera consciente y tomar decisiones bien fundamentadas, especialmente en escenarios donde no hay respuestas simples. En otras palabras, formar personas que piensen con rigor... pero también con empatía. Con esto en mente, nuestra propuesta tiene tres ejes:

En primer lugar, la socioepistemología plantea que el conocimiento matemático no es algo eterno ni universal, sino que surge de las prácticas sociales. Aprendemos matemáticas porque las necesitamos para actuar en el mundo: para construir, para comunicar, para resolver. Enseñar desde esta mirada nos permite vincular los contenidos matemáticos con los contextos reales que viven nuestros estudiantes (Cantoral, 2016). En segundo lugar, el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) que reúne tres dimensiones de enseñanza: el conocimiento tecnológico, el pedagógico y el del contenido. Aplicado a las matemáticas, esto implica que no basta con saber derivar o modelar. También es necesario saber cómo enseñar esos contenidos y cuales herramientas digitales pueden potenciar su comprensión (Salas-Rueda, 2019). Esta integración favorece ambientes de aprendizaje dinámicos, colaborativos y contextualizados. En tercer lugar, la pedagogía crítica, impulsada por Paulo Freire, invita a formar sujetos conscientes de su realidad, capaces de interrogarla, transformarla y tomar decisiones con responsabilidad ética (Freire, 1970). Desde esta óptica, el aprendizaje de las matemáticas debe involucrar también una reflexión sobre el impacto social y ambiental del uso de modelos matemáticos y herramientas tecnológicas.

Estas tres perspectivas nos ayudan a proponer experiencias de aprendizaje donde las y los estudiantes además de realizar cálculos, deben comprender, discutir y proponer. Porque en la era de la Industria 5.0, formar ingenieras e ingenieros implica formar ciudadanos comprometidos, capaces de leer el mundo con sensibilidad y precisión matemática.

### 3. Desarrollo del Trabajo: *aplicando las reglas y principios científicos*

Como parte de la asignatura de Ecuaciones Diferenciales, se desarrolló una experiencia de aula con un doble propósito: 1) consolidar el aprendizaje de sistemas dinámicos no lineales, y 2) mostrar cómo las matemáticas pueden ayudar a comprender fenómenos reales de gran impacto social. La actividad se centró en la modelación de un brote de sarampión reportado por la Secretaría de Salud en febrero de 2025 en el estado de Chihuahua (González, 2025). Se utilizó como base el modelo epidemiológico SIR (Susceptibles-Infectados-Recuperados), basado en un sistema de 3 ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales (García Clúa et al., 2022, p.25).

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dS}{dt} = -\beta SI \\ \frac{dI}{dt} = \beta SI - \gamma I \\ \frac{dR}{dt} = \gamma I \end{array} \right. \quad (1)$$

Donde  $S$ ,  $I$ ,  $R$  representan la proporción de población susceptible, infectada y recuperada, respectivamente, y los parámetros  $\beta$  y  $\gamma$  corresponden a las tasas de transmisión y recuperación.

La implementación técnica de este modelo se llevó a cabo utilizando *Google Colab*, un entorno de programación en la nube que permite ejecutar código *Python* sin necesidad de instalación local. Esta herramienta fue elegida por su accesibilidad, su integración con bibliotecas científicas como *SciPy* y *Matplotlib*, y su potencial para el trabajo colaborativo en tiempo real. Dado que no todos los estudiantes contaban con conocimientos previos en *Python*, se promovió el uso del asistente conversacional *ChatGPT* como apoyo en la generación y explicación del código. Cada equipo solicitó indicaciones específicas al modelo, adaptó el código propuesto, lo ejecutó en *Colab* y depuró errores. Este proceso, fue un reto inicial —por cuestiones como la instalación de librerías, el ajuste de parámetros o la interpretación de errores— se convirtió en una experiencia de aprendizaje significativa. No siempre funcionó a la primera, y eso mismo lo hizo valioso: permitió aprender haciendo, equivocándose, iterando.

La Figura 1 muestra una de las simulaciones generadas por los equipos, correspondiente a un escenario con el 30 % de población vacunada. El análisis del comportamiento de las curvas permitió explorar fenómenos como el pico epidemiológico, el punto de equilibrio y los efectos de distintas tasas de intervención. Más allá del análisis técnico, se promovió una reflexión crítica sobre el uso de modelos matemáticos en la toma de decisiones en salud pública. Se discutieron preguntas como: ¿Qué tan confiables son estos modelos frente a la variabilidad de los datos? ¿Qué responsabilidades éticas tiene un ingeniero al diseñar soluciones basadas en simulaciones? ¿Cómo puede la ingeniería aportar a la prevención y mitigación de epidemias?, ¿Cómo podría una herramienta digital contribuir —o perjudicar— la gestión de una crisis sanitaria?

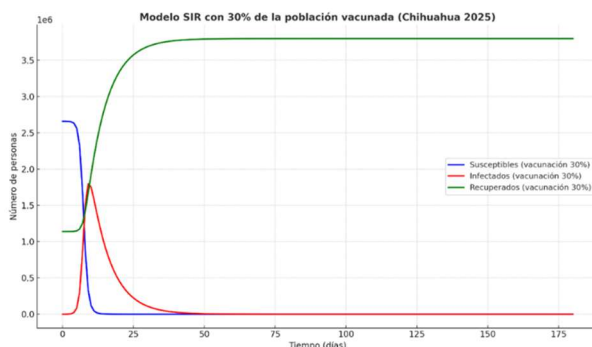


Figura 5. Simulación del modelo SIR en Google Colab con apoyo de ChatGPT.

*Obtenida de: elaboración propia.*

Los productos entregables incluyeron un informe técnico con gráficas y análisis, bitácoras del proceso de codificación, y reflexiones escritas sobre la dimensión ética y profesional del trabajo realizado. Esta experiencia promovió el desarrollo de competencias clave para la Industria 5.0: a) Modelación matemática con sentido social, b) Uso crítico de herramientas digitales, c) Análisis de datos reales con enfoque interdisciplinario (matemáticas, ingeniería, salud) y d) Formación ética y compromiso con lo humano.

#### **4. Conclusiones: lo que podemos aprender de este artículo**

La experiencia desarrollada en el aula de Ecuaciones Diferenciales no fue únicamente una actividad académica con fines instrumentales. Fue una oportunidad para resignificar la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva crítica, humana y contextualizada. En

un escenario como el que plantea la Industria 5.0, donde la tecnología debe convivir con los valores éticos, la creatividad y la responsabilidad social, el aula se transforma en un espacio para pensar el presente... y construir el futuro.

Esta vinculación con lo real —con lo que duele, preocupa o moviliza a una comunidad— permite que las matemáticas dejen de sentirse ajenas o abstractas, y empiecen a vivirse como herramientas de comprensión y acción. Al responder las preguntas los estudiantes concluyeron que *la variabilidad de los datos exige modelos abiertos, flexibles, no verdades absolutas, además de mostrar su compromiso ético cuando las y los estudiantes discutieron la responsabilidad de quienes deciden en salud pública con base en simulaciones.*

El uso de herramientas como Google Colab y ChatGPT no fue una moda. Fue parte de la formación digital crítica que requiere un ingeniero o ingeniera del siglo XXI. Acompañar a los estudiantes en la apropiación de estos recursos, enfrentar los errores de compilación, aprender a interpretar una curva epidemiológica o justificar la elección de un parámetro, son procesos que vinculan lo técnico con lo pedagógico, y lo disciplinar con lo humano. Esta experiencia ayudó a comprender un sistema de ecuaciones; y permitió imaginar cómo, desde el aula, se puede contribuir a una cultura de prevención y justicia social.

## **5. Referencias: por si quieres seguir conociendo más**

Cantoral, R. (2016). Educación alternativa: matemáticas y práctica social. *Revista Perfiles Educativos*, 38(SPE), 7-18. <https://www.scielo.org.mx/pdf/peredu/v38nspe/0185-2698-peredu-38-spe-00007.pdf>

García Clúa, J.G., Vampa, V., Calandra, M.V., & Costa, V.A. (2022). Ajustes del modelo SIR a los datos iniciales de la pandemia del COVID-19 en Argentina. *Ciencia y Tecnología*, 22, 21-36 <https://doi.org/10.18682/cyt.vi22.5377>

González, V. (2025). Ante brote de sarampión en Texas, llama Secretaría de Salud de Chihuahua a vacunar a menores. *El Heraldo de Chihuahua | Noticias Locales, Policiacas, de México, Chihuahua y el Mundo*. <https://oem.com.mx/elheraldodechihuahua/local/ante-brote-de-sarampion-en-texas-llama-secretaria-de-salud-de-chihuahua-a-vacunar-a-menores-21826407>

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido* (25ª ed.). Siglo XXI Editores.

- Haro Esquivel, G., & Ayala Hernández, P. (2024). Reto del Ingeniero a ser Docente de Ingeniería en la Industria 5.0. *Estudios Y Perspectivas Revista Científica Y Académica*, 4(2), 1830–1848. <https://doi.org/10.61384/r.c.a.v4i2.329>
- Pangol Lascano, A.M. (2022). Industria 4.0, implicaciones, certezas y dudas en el mundo laboral. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 453-465. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202022000400453&lng=es&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202022000400453&lng=es&tlng=en)
- Pérez-Domínguez, L. A. (2024). Las principales tecnologías de la era de la industria 5.0. *Revista Ingenio*, 21(1), 60–70. <https://doi.org/10.22463/2011642X.4352>
- Salas-Rueda, R. A. (2019). Modelo TPACK: ¿Medio para innovar el proceso educativo considerando la ciencia de datos y el aprendizaje automático? *Entreciencias: Diálogos En La Sociedad Del Conocimiento*, 7(19). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2018.19.67511>