



## IMPORTANCIA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL EN LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL DE LA UPIICSA-IPN

**Ana Cecilia Villagómez Sandoval**

*Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA*  
*anacecys33@gmail.com*

**Isaac de Jesús Pérez López**

*Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA*  
*juanisaac21@gmail.com*

**Jesús Antonio Álvarez Cedillo**

*Instituto Politécnico Nacional, UPIICSA*  
*jaalvarez@ipn.mx*

### Abstract

*El presente trabajo tiene como objetivo destacar la importancia de las matemáticas en la formación profesional del estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la UPIICSA-IPN, a través de la aplicación del Cálculo Diferencial en diferentes unidades de aprendizaje. El cálculo es la matemática del movimiento y del cambio. Constituye el acceso a gran parte de las áreas del conocimiento como: física, ingeniería, economía, medicina, astronomía, biología, etc. De este modo, el Cálculo Diferencial como una rama de las matemáticas constituye una herramienta fundamental en la solución de problemas. Por ejemplo, en la Ingeniería es utilizado principalmente para la optimización de recursos a través del análisis de los puntos máximos y mínimos de funciones de 2 o más variables, sin restar importancia a la interpretación de las gráficas de dichas funciones. De manera particular, el Cálculo Diferencial permite al estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la UPIICSA-IPN, aplicar los conocimientos aprendidos en las distintas áreas de la ingeniería en la solución de problemas de optimización. Por lo tanto, el Cálculo Diferencial no solo debe ser concebido por el estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, como un conjunto de teoremas y axiomas de la matemática pura, cuya aplicación quede reducida a la solución de problemas analíticos los cuales carezcan de significado práctico en su desarrollo académico; sino que es necesario que el docente posea una formación integral que favorezca los conocimientos matemáticos y que en conjunto con los conocimientos previos que posee el estudiante, este sea capaz de plantear y resolver problemas relacionados con su entorno profesional, lo cual se traduzca en alcanzar un aprendizaje significativo. En el presente trabajo se muestra la interrelación e importancia que existe entre el Cálculo Diferencial con las diferentes unidades de aprendizaje que contribuyen a la formación profesional del Ingeniero Industrial.*

*Palabras clave: aplicación, cálculo diferencial, ingeniería industrial, optimización, aprendizaje, formación integral.*



Desde los orígenes de la humanidad, la matemática se limitaba a la explicación del entorno del hombre a través de axiomas y teoremas que solo algunos cuantos privilegiados tenían la capacidad de plantear y analizar; esa es una de las razones por las cuales durante siglos la matemática no fue considerada como una herramienta necesaria para aplicaciones formales en la resolución de problemas de la vida cotidiana.

La matemática dentro de sus diferentes ramas (aritmética, geometría, álgebra, cálculo infinitesimal, etc.) al transcurrir de los siglos, fue adquiriendo una mayor aplicación dentro de la vida del ser humano con el fin de lograr satisfacer sus necesidades; un evento importante dentro del desarrollo de la humanidad impulsó de forma definitiva la aplicación de las matemáticas: la revolución industrial.

Con el inicio de la revolución industrial en el siglo XVIII se presentó una serie de cambios en los ámbitos tecnológicos, social y económico; prácticamente todas las ramas de la matemática se comenzaron a utilizar de forma significativa, haciendo más fácil su comprensión y análisis; como consecuencia de ello, en lo académico se tuvo que iniciar una innovación en la enseñanza de las matemáticas para que el estudiante fuera capaz de resolver problemas de su entorno, aunque se continuaba trabajando con un proceso enseñanza-aprendizaje de tipo tradicional.

En el presente trabajo se muestra la aplicación de una de las ramas de la matemática como lo es el Cálculo Diferencial, como una herramienta muy poderosa para resolver problemas de optimización de recursos en la ingeniería, particularmente en la carrera de ingeniería industrial que se imparte

en la UPIICSA-IPN; también se muestra la importancia que tiene el cálculo diferencial en su interrelación con diferentes unidades de aprendizaje de otras ramas del conocimiento que le proporcionan al ingeniero industrial una formación integral.

### Marco Teórico y Conceptual

Las matemáticas desde sus orígenes han sido concebidas como una serie de axiomas, postulados, teoremas, etc., los cuales han dificultado en gran medida su enseñanza, aprendizaje y por tanto su comprensión y aplicación en la resolución de problemas del entorno.

La matemática en la actualidad se encuentra dividida en diferentes ramas las cuales son de gran utilidad para la resolución de problemas; las más importantes son las siguientes (fig.1):

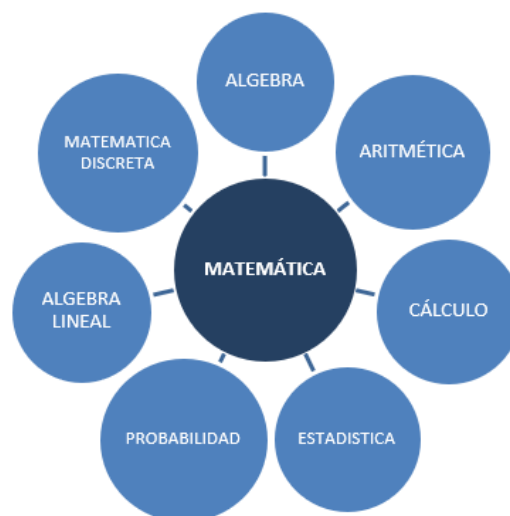


Figura 1. Algunas ramas importantes de la matemática (Fuente: creación propia).

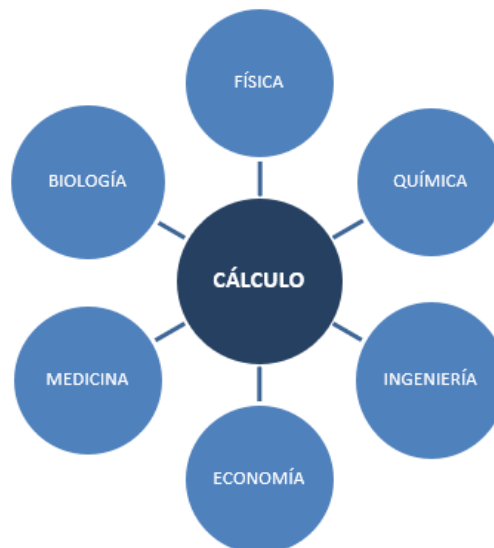


De lo mostrado en la fig. 1, la que se utilizó para el desarrollo del siguiente trabajo es el cálculo diferencial que pertenece al cálculo infinitesimal, pues nuestra finalidad es utilizarla en la optimización de recursos dentro de las aplicaciones en la ingeniería. El cálculo diferencial tiene su origen en el análisis que se realizó entre los números racionales que daban como resultado valores medibles y los números que daban como resultado una tendencia al infinito, es decir, los valores llamados inconmensurables; ahí los griegos dieron el paso de lo discreto y lo continuo, que es la base del estudio del Cálculo Diferencial y el Cálculo Integral (Ruiz 1997).

En el desarrollo del cálculo diferencial el cual inicio con el estudio de los números que tienden al infinito, fue teniendo aplicaciones exclusivamente científicas en los campos de la astronomía y la física por varios siglos; sin embargo, con el incremento de las necesidades del hombre este uso se fue abriendo a otras áreas del conocimiento. Con el desarrollo de la revolución industrial en el siglo XVIII se presentó una aplicación de la matemática de manera formal que ha sido fundamental hasta nuestros días en el desarrollo tecnológico de la humanidad: la Ingeniería.

El cálculo es la matemática del movimiento y el cambio, la cual representa el acceso a las diferentes áreas del conocimiento: física, química, ingeniería, economía, medicina, biología, etc.,(fig.2).La ingeniería por su parte, como una área del conocimiento está destinada a la resolución de problemas que satisfagan las necesidades del hombre; se encarga de la tecnificación de los procedimientos de transformación de las materias primas, así como de la optimización de todos los recursos involucrados. La ingeniería en sus diferentes ramas está clasificada en: mecánica, eléctrica,

electrónica, industrial, química, constructiva,



etc. (fig. 3).

Figura 2. Algunas áreas del conocimiento en donde está involucrado el Cálculo (Fuente: creación propia).

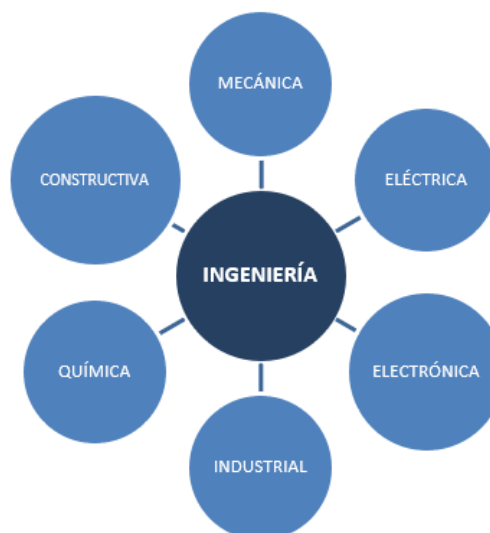


Figura 3. Algunas ramas importantes de la Ingeniería (Fuente: creación propia).



La ingeniería industrial (de quien se muestra el estudio del presente trabajo) es la rama de la ingeniería que se encarga de la optimización de los recursos humanos, técnicos y materiales a través del estudio de los tiempos y movimientos, la distribución correcta de los espacios de trabajo, así como de la mejora en la condición de los ambientes de labranza (Vaughn 2014).

El desarrollo de la ingeniería industrial que se inició con el análisis de la colocación de ladrillos en un tiempo óptimo, ha alcanzado hoy en día aplicación en otros campos de la ingeniería como son: el análisis de secuencias de maquinado y tiempos de fabricación, robótica, la programación lineal, la higiene y seguridad industrial, pronósticos de fabricación e inventarios, la instrumentación y control, la metrología, etc.,(fig. 4), que le exigen una mayor preparación en la formación del estudiante de esta disciplina.



Figura 4. Algunas áreas de aplicación de la Ingeniería Industrial (Fuente: creación propia).

Para alcanzar este propósito, en la UPIICSA-IPN se ha considerado pertinente desde su fundación en 1972 formar ingenieros industriales con carácter interdisciplinario capaces de resolver problemas que involucren diferentes ramas de la industria. En el plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial, el alumno cursa unidades de aprendizaje del tronco común con otras carreras de la unidad Académica como: cálculo vectorial, cálculo diferencial, dibujo asistido por computadora, química, mecánica clásica, etc., que le ayudan a formarse un criterio analítico de su entorno; también cursa unidades de aprendizaje de formación profesional tales como: mecánica industrial, ingeniería económica, manufactura industrial, planeación y control de la producción, finanzas, administración de personal, etc., que le ayudan a analizar y resolver problemas del entorno industrial en el que se encontrará inmerso como un profesional de la ingeniería.

En el siguiente punto se describirá la relación de la unidad de aprendizaje cálculo diferencial con el eje temático de aplicación de la derivada y algunas otras de formación profesional como son planeación y control de la producción y programación lineal que como ya se ha mencionado, corresponden al plan de estudios de la carrera de ingeniería industrial de la UPIICSA-IPN.

### Praxis

Con el siguiente problema se muestra un ejemplo de aplicación de máximos y mínimos del cálculo diferencial en un área de producción y costos de fabricación:

Una empresa manufacturera vende sus artículos a un precio de \$6.00 pesos cada uno. El costo de producir  $x$  artículos (en pesos) por semana es:



$$C(x) = 1000 + 6x - 0.003x^2 + 10^6x^3$$

Ec. (1)

$$U(2000) = -1000 + 0.003(2000)^2 - 10^6(2000)^3$$

$$U(2000) = 3000$$

¿Qué valor de  $x$  debemos seleccionar con objeto de maximizar las utilidades?

Es decir, \$3000.00 pesos por semana.

El ingreso producido por la venta de  $x$  artículos a \$6.00 cada uno es  $I(x) = 6x$  pesos. Por consiguiente, la utilidad  $U(x)$  por semana es:

$$U(x) = I(x) - C(x) \quad \text{Ec. (2)}$$

$$U(x) = 6x - (1000 + 6x - 0.003x^2 + 10^6x^3)$$

$$U(x) = -1000 + 0.003x^2 - 10^6x^3$$

Ec. (3)

Con el fin de encontrar el valor máximo de  $P$ , se buscan los puntos críticos en la forma usual y luego investigamos su naturaleza. Derivando la Ec.(3) tenemos:

$$U'(x) = 0.006x - (3 \times 10^6)x^2$$

Ec. (4)

Y haciendo  $U'(x) = 0$ , encontramos que  $x = 0$  y  $x = 2000$ ; podemos aplicar a cada uno de estos valores el criterio de la segunda derivada en la Ec. (4):

$$U''(x) = 0.006 - (6 \times 10^6)x$$

Ec. (5)

De modo que:

$$U''(0) = 0.006 > 0,$$

$$U''(2000) = -0.006 < 0$$

Así que  $x=0$  es un mínimo local de  $U(x)$  mientras que  $x= 2000$  es un máximo local. Este último valor representa el nivel de producción en que la utilidad es máxima. Este valor está dado por:

### Resultados y análisis

Del resultado que se obtiene en el problema planteado, se observan diferentes aspectos que requieren de una formación interdisciplinaria por parte del alumno; en primer lugar, se intervienen elementos relacionados con la planeación de la producción y los costos de fabricación como lo son: el ingreso  $I$ , la utilidad  $U$  y el propio costo de fabricación  $C$ ; en donde por deducción lógica, el resultado de la utilidad es producto de los ingresos de ventas menos los costos.

También se muestra el modelo del costo de producción  $C(x)$  con respecto a los artículos fabricados ( $x$ ); para el diseño del modelo, se debe hacer mención que en la unidad de aprendizaje llamada programación lineal dentro de la formación profesional del plan de estudios, se indicaran los pasos a seguir para formularlo de acuerdo con la problemática a resolver.

La importancia de aplicar los conceptos de máximos y mínimos estudiados en el cálculo diferencial se observan en el análisis del modelo del costo de producción  $C(x)$  respecto a los artículos fabricados ( $x$ ), se utilizan tanto el criterio de la primera derivada para la determinación de los puntos críticos de producción, así como el criterio de la segunda derivada para obtener los valores de producción máximos y mínimos.

El problema analizado anteriormente también exige una nueva formación del docente, el cual debe ampliar su preparación en las áreas de aplicación de las matemáticas



más importantes de acuerdo con el perfil de formación del estudiante, en este caso el alumno de la carrera de ingeniería industrial de la UPIICSA-IPN.

## Conclusiones

La matemática es una rama de las ciencias exactas la cual es la base para gestar su utilización formal en las ciencias aplicadas, por ejemplo, en la ingeniería. El vertiginoso desarrollo de la humanidad en los últimos siglos ha sido posible gracias a los avances tecnológicos que se han alcanzado por el uso y aplicación de la matemática en sus diferentes áreas como lo es el cálculo diferencial.

El cálculo es la matemática del movimiento y el cambio y como tal, constituye un acceso a las diferentes áreas del conocimiento como lo son: la ingeniería, las ciencias sociales, la medicina, la biología, la física, la química, etc., para pasar de ser una ciencia exacta y convertirse en la base de las ciencias aplicadas.

Para el alumno que utiliza como herramienta al cálculo, no debe concebirlo solo como un conjunto de axiomas y teoremas de la matemática pura que resuelve ejercicios de carácter analítico; más bien, debe con base al análisis que le proporcionan el estudio de los distintos axiomas y teoremas, aplicar las competencias adquiridas en la solución de problemas correspondientes a su formación profesional. Para lograr ese cambio de concepción de la matemática, el docente tiene una labor trascendental.

En la actualidad, el docente debe contar con una formación integral que favorezca el aprendizaje significativo del alumno, a través de ejemplos de aplicación de la matemática de acuerdo con la formación profesional del estudiante, que le proporcione a este las herramientas necesarias para plantear, analizar y resolver problemas relacionados a su entorno formativo y laboral.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Politécnico Nacional y a la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas las facilidades otorgadas para la realización del presente trabajo.

## Referencias

- Baca, G. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. México: Grupo editorial Patria.
- Larson, R. (2023). *Calculo diferencial e integral*. México: Thomson/Cengage.
- Niebel, B. (2013). *Niebel's methods. Standars and work design*. USA: Mac Graw Hill.
- Ruiz A. (1997). *Elementos de Cálculo Diferencial, Historia y ejercicios resueltos*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Taha, H. (2017). *Investigación de operaciones*. México: Pearson.
- Vaughn R.C. (2014). *Introducción a la Ingeniería Industrial*. España: Reverté.