

<b>Nombre del Curso</b>	<b>Matemática para Ciencias de los Datos</b>
<b>Descripción</b>	El curso introducirá conceptos matemáticos fundamentales en las ciencias de los datos, como el cálculo multivariable, el álgebra lineal y el cálculo matricial, sirviendo como base para plantear modelos de clasificación y regresión de datos en cursos posteriores.
<b>Tipo de Curso</b>	Aprovechamiento Tipo teórico/práctico Para obtener el certificado correspondiente, es necesario tener una asistencia efectiva de más del 80% a las lecciones, y sus evaluaciones con un promedio mayor o igual a 70.
<b>Cantidad de Horas Lectivas</b>	32 Horas lectivas presenciales
<b>Objetivos</b>	<b>Objetivo General:</b>  Al finalizar el curso, el estudiante contará con todas las bases matemáticas necesarias para ingresar al mundo de Ciencias de Datos.  <b>Objetivos Específicos:</b>  Al finalizar el curso el estudiante será capaz de:

- Entender las herramientas para modelar un problema en términos matemáticos, y múltiples variables.
- Encontrar la solución óptima a un problema planteado según un modelo matemático, utilizando herramientas básicas del cálculo multivariable.

### **Metodología de la enseñanza**

Se abordarán clases magistrales por parte del profesor, como introducción a las actividades y conceptos que se desarrollan en cada sesión.

El curso utilizará una metodología de Aprender Haciendo, basado en el desarrollo de proyectos de forma tal que mediante el desarrollo de casos de estudio y proyectos en el laboratorio, se pueda afianzar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de las diferentes lecciones.

### **Contenidos del programa**

#### **1. Álgebra lineal:**

- a. Linealidad
- b. Vectores
  - i. Magnitud, dirección, norma, producto punto
  - ii. Suma de vectores
  - iii. Vector nulo
  - iv. Combinación lineal de vectores
  - v. Producto escalar
  - vi. Ángulo entre dos vectores
  - vii. Dirección de un vector
  - viii. Producto de vectores (producto cruz)

## 2. Matrices

- a. Matriz identidad, diagonal, transpuesta, simétricas, traza de una matriz
- b. Producto de matrices
  - i. Producto vector-vector o product punto
  - ii. Producto matriz-vector
  - iii. Producto matriz-matriz
- c. Independencia lineal y el rango de una matriz
- d. Matriz inversa
- e. Matrices ortogonales
- f. Rango y espacio nulo de la matriz
  - i. vectores linealmente dependientes
- g. Determinante de una matriz
- h. Auto valores y auto vectores
  - i. Propiedades
  - ii. Cálculo

## 3. Cálculo matricial

- a. Introducción al cálculo multivariable
  - i. Rectas
  - ii. Planos e hiperplanos
- b. Funciones multivariable
- c. Curvas de nivel
- d. El vector gradiente
- e. Cálculo matricial y mínimos cuadrados
- f. Derivadas parciales
- g. Integrales de superficie
- h. Introducción al cálculo matricial

#### 4. Optimización

- a. Optimización convexa y no convexa
- b. Optimización de funciones con restricciones y sin restricciones
- c. Optimización de funciones diferenciables y no diferenciables
- d. Algoritmos estocásticos de optimización
  - i. Optimización convexa: Método de las interpolaciones cuadráticas sucesivas
  - ii. Optimización no convexa basada en la diferenciación:
    - 1. Algoritmo de descenso de gradiente,
    - 2. descenso de gradiente adaptativo o AdaGrad y propagación de la raíz media
    - 3. Algoritmo de Newton-Raphson

#### Evaluación

Dada la naturaleza práctica del curso, no se podrá optar por un examen de reposición.

En resumen, la evaluación se desglosa según el siguiente cuadro:

Trabajo Práctico	Valor
1	10
2	10
3	15
4	15
5	15
6	15
7	20
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>

**Profesor**

**Luis Alexander Calvo Valverde.**

Profesor e investigador, Instituto Tecnológico de Costa Rica

**Formación:**

Doctor en el DOCINADE, énfasis Tecnologías Electrónicas Aplicadas. Aplicación del aprendizaje máquina a la predicción de cultivos. Graduación Nov-2020.

Universidad Estatal a Distancia. Licenciatura en Ingeniería Informática y Calidad del Software. 2017.

Instituto Tecnológico de Costa Rica. Maestría en Gerencia de Proyectos con énfasis en Proyectos de Tecnologías de Información. 2010.

Universidad Latina de Costa Rica. Maestría en Administración de Empresas con énfasis en Banca y Finanzas. 2007

Universidad Católica Anselmo Llorente y LaFuente. Bachiller en Teología. Grado Académico: Bachiller Universitario. 2000

Universidad Católica Anselmo Llorente y LaFuente. Bachiller en Filosofía y Humanidades. Grado Académico: Bachiller Universitario. 2000

Instituto Tecnológico de Costa Rica. Ingeniero en Computación con énfasis en sistemas de información. Grado Académico: Bachiller Universitario. 1993

**Publicaciones recientes:**

(Artículo) M. Solís and L.-A. Calvo-Valverde, "Performance of Deep Learning models with transfer learning for multiple-step-ahead forecasts in monthly time series", Revista Inteligencia Artificial, vol. 25, no. 70, pp. 110–125, Dec. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4114/intartif.vol25iss70pp110-125>

(Artículo) Mendez, M.; Calvo-Valverde, L.-A.; Imbach, P.; Maathuis, B.; Hein-Grigg, D.; Hidalgo-Madriz, J.-A.; Alvarado-Gamboa, L.-F. Hydrological Response of Tropical Catchments to Climate Change as Modeled by the GR2M Model: A Case Study in Costa Rica. Sustainability 2022, 14, 16938. <https://doi.org/10.3390/su142416938>

(Artículo) Tovar-Parra, K.D.; Calvo-Valverde, L.A.; Montero-Zeledón, E.; Murillo-Fernández, M.A.; Perez-Hidalgo, J.E.; Gutiérrez-Fallas, D.A. Automatic image segmentation using Region-Based convolutional networks for Melanoma skin cancer detection. Tecnología en Marcha. Vol. 35, special issue. IEEE International Conference on Bioinspired Processing. December, 2022. Pág. 14-25.

(Artículo) Calderón Ramírez, Saúl and Murillo-Hernández, Diego and Rojas-Salazar, Kevin and Calvo-Valverde, Luis-Alexander and Moemeni, Armaghan and Elizondo, David and López-Rubio, Ezequiel and Molina-Cabello, Miguel A. (2021).

Improving Uncertainty Estimations for Mammogram Classification using Semi-Supervised Learning. Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://nottingham-repository.worktribe.com/output/5526167>

(Artículo) Calvo-Valverde, L., & Alfaro-Barboza, D. (2020). Descubrimiento de reglas significativas mediante el uso de DTW basado en Interpolación Spline Cúbico. *Revista Tecnología En Marcha*, 33(2), Pág. 137-149. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i2.4073>

(Artículo) Calvo-Valverde, L; Mena-Arias, J. Evaluation of different text representation techniques and distance metrics using KNN for documents classification. *Tecnología en Marcha*. Vol. 33-1. Enero-Marzo. Pág 64-79. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i1.5022>

(Artículo) Mendez, M. y Calvo-Valverde, L.-A. Comparison of global and local optimization methods for the calibration and sensitivity analysis of a conceptual hydrological model. *Tecnología en Marcha*. Vol. 32-3. Julio-Setiembre 2019. Pág. 24-36.

(Artículo) Mendez, M.; Calvo-Valverde, L.-A.; Maathuis, B.; Alvarado-Gamboa, L.-F. Generation of Monthly Precipitation Climatologies for Costa Rica Using Irregular Rain-Gauge Observational Networks. *Water* 2019, 11, 70.

(Artículo) Calvo-Valverde, L; Vallejos-Peña, A. Algoritmo semisupervisado de agrupamiento que combina SUBCLU y el agrupamiento basado en restricciones, para la detección de grupos en conjuntos de alta dimensionalidad. *Tecnología en Marcha*. Vol. 31-3. Julio-Setiembre 2018. Pág 74-85.

(Artículo) Calvo-Valverde, L; Acuña-Alpizar, N. Aplicación de métodos agregados en la detección de puntos atípicos en series de tiempo meteorológicas. *Tecnología en Marcha*. Vol. 31-1. Enero-Marzo 2018. Pág 98-109.

(Abstract) Calvo-Valverde, L, Guzmán, M, Guzmán, J., Alvarado, P.. 2017. Machine learning techniques applied to forecast Black Sigatoka disease development rate using meteorological data. *Phytopathology* 107:S4.7. <http://dx.doi.org/10.1094/PHYTO-107-7-S4.7>

(Artículo) Méndez, M. y Calvo-Valverde, L, "Development of the HBV-TEC hydrological model", 12th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2016, ScienceDirect, ELSEVIER. *Procedia Engineering*, Volume 154, 2016, Pages 1116-1123.

(Artículo) Méndez, M. y Calvo-Valverde, L, "Assessing the performance of several rainfall interpolation methods as evaluated by a conceptual hydrological model", 12th International Conference on Hydroinformatics, HIC 2016, ScienceDirect, ELSEVIER. *Procedia Engineering*, Volume 154, 2016, Pages 1050-1057.

(Artículo) Calvo-Valverde, Luis-Alexander, "Estrategia basada en el aprendizaje de máquina para tratar con conjuntos de datos no etiquetados usando conjuntos aproximados y/o ganancia de información", Revista Tecnología en Marcha, Edición especial matemática aplicada. Mayo, Costa Rica, 2016.

## Bibliografía

- Thomas, George B. *Cálculo, varias variables/por George B. Thomas*. No. Libro 515.64 T4Y..
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. 2016. Deep Learning. The MIT Press.
- Chong K., Stanislaw H. An introduction to optimization, Wiley-Interscience Publication, 2001
- Aston Zhang, Zachary C. Lipton, Mu Li, Alexander J. Smola. Dive into Deep Learning. [http://d2l.ai/chapter\\_introduction/intro.html](http://d2l.ai/chapter_introduction/intro.html)