



## 1. DATOS BÁSICOS DEL TFG:

**Título:** ESPACIOS NORMADOS Y ESPACIOS MÉTRICOS

**Descripción general** (resumen y metodología):

El alumno está familiarizado con el cuerpo de los números reales y con la estructura euclídea de  $\mathbb{R}^n$ . Analizando las propiedades básicas de la norma euclídea, generalizamos dicho concepto en el ambiente de espacios vectoriales, llegando así a la noción de espacio normado. Asimismo, la noción de distancia euclídea en  $\mathbb{R}^n$  será generalizada, apareciendo el concepto de espacio métrico. Aparecen ejemplos de normas en  $\mathbb{R}^n$  distintas de la euclídea, así como algunos espacios normados de dimensión infinita.

Al igual que ocurre en el ambiente euclídeo, aparece la topología asociada a un espacio métrico, con un desarrollo similar al estudiado en  $\mathbb{R}^n$  con la distancia euclídea. Aparecen conceptos nuevos, tales como distancias equivalentes, espacios completos, espacios de Banach y conjuntos conexos. Merecen especial atención los espacios normados de dimensión finita.

De la misma manera, se generalizan para espacios métricos los conceptos de continuidad y límite funcional, introduciendo nuevos conceptos como la continuidad uniforme. Aparecen resultados interesantes, tales como el Teorema de Heine, el Teorema del punto fijo de Banach, el Teorema de Hausdorff, el Teorema de Bolzano-Weierstrass y el Teorema de Heine-Borel-Lebesgue. El estudio de los espacios conexos y su relación con las aplicaciones continuas es especialmente interesante. Igualmente importante resulta el estudio de aplicaciones lineales y continuas entre espacios normados, surgiendo el espacio  $BL(X,Y)$  y la norma de operadores, con  $X$  e  $Y$  espacios normados.

**Metodología:** El alumno, mediante una investigación exhaustiva de la bibliografía, deberá elaborar un trabajo donde aparezcan los conceptos y resultados claves mencionados anteriormente.

**Tipología:** Resolución de problemas en el ámbito de la ingeniería y la arquitectura.

**Objetivos planteados:**

1. Descripción completa de la topología de un espacio métrico y normado.
2. Establecer la importancia de los espacios normados finito-dimensionales.
3. Enumerar los resultados más importantes de las funciones continuas entre espacios métricos y también entre espacios normados.

**Bibliografía básica:**

- Acosta, M.D., Aparicio, C., Moreno, A. y Villena, A.: Apuntes escritos, <http://analismatematico.ugr.es/pages/docencia/materiales>
- Apostol, T.M.: Análisis Matemático. Reverte, 1966.
- Fernández Viña, J.A.: Análisis Matemático II, Topología y Cálculo Diferencial. Tecnos, 1984.
- Fleming, W.: Functional of several variables (Second Edition). Springer-Verlag, 1977.
- Linés, E.: Principios de Análisis Matemático. Reverte, 1988.
- Marsden, J.E. y Hoffman, M.J.: Análisis clásico elemental, Segunda edición. Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina, 1998.
- Payá, R.: Apuntes escritos, <https://www.ugr.es/~rpaya/cursosanteriores.htm>
- Pérez, J.: Apuntes escritos, [http://www.ugr.es/~fjperez/textos/Calculo\\_Diferencial\\_Varias\\_Variables.pdf](http://www.ugr.es/~fjperez/textos/Calculo_Diferencial_Varias_Variables.pdf)

- Webb, J.R.L.: Functions of several variables. Ellis Horwood series in Mathematics and its applications, 1991.

**Recomendaciones y orientaciones para el estudiante:**

**Plazas:** 1

**2. DATOS DEL TUTOR/A:**

**Nombre y apellidos:** EDUARDO ANTONIO NIETO ARCO

**Ámbito de conocimiento/Departamento:** ANÁLISIS MATEMÁTICO

**Correo electrónico:** enieto@ugr.es

**3. COTUTOR/A DE LA UGR (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Ámbito de conocimiento/Departamento:**

**Correo electrónico:**

**4. COTUTOR/A EXTERNO/A (en su caso):**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**

**Nombre de la empresa o institución:**

**Dirección postal:**

**Puesto del tutor en la empresa o institución:**

**Centro de convenio Externo:**

**5. DATOS DEL ESTUDIANTE:**

**Nombre y apellidos:**

**Correo electrónico:**