



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

EXP-UNR: N° 15131/2021.

Rosario, 06 de julio de 2021

VISTO: La propuesta de programa, objetivos y sistema de evaluación de la asignatura “Álgebra Lineal” de la carrera de Licenciatura en Estadística, elevada por la Profesora Titular, Lic. Guillermina ISERN; contando con el aval de la Dirección de la Escuela de Estadística y de la Secretaría Académica, según Nota Sec. Ac. N° 180/21.

Atento a que el proyecto presentado se adecua al plan de estudios aprobado por Resolución C.S. n° 589/2019 de fecha 19-12-2019, y a lo establecido en las pautas aprobadas según Resolución n° 27554-C.D.

Teniendo en cuenta el despacho de la Comisión de Enseñanza.

CONSIDERANDO: Lo establecido en el artículo 23°, inciso b) del Estatuto de la Universidad.

POR ELLO,

EL CONSEJO DIRECTIVO
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS Y ESTADISTICA
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

RESUELVE:

ARTICULO 1° - Aprobar el programa, objetivos y sistema de evaluación de la asignatura “**ÁLGEBRA LINEAL**” de la carrera de Licenciatura en Estadística (Resolución C.S. N° 589/2019), y que como Anexo Único forma parte de la presente Resolución.

ARTICULO 2° - Comuníquese, cópiese y archívese.

RESOLUCIÓN N° 30240-C.D.

LIC. ADRIANA P. RACCA
Decana

Pte. Consejo Directivo

JUAN JOSE MESON
Director General de Administración

Es copia
RUBÉN O. GONZÁLEZ
Secretario - Consejo Directivo



Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Económicas y Estadística

Carrera: Licenciatura en Estadística
(Resolución C.S. N°589/2019)

Asignatura:
ALGEBRA LINEAL

Tipo de materia: obligatoria

Ciclo: Básico – Segundo año

Escuela de: Estadística

Duración: Cuatrimestral

Carga horaria: 96 horas

Profesora Titular:
Lic. Guillermina ISERN



ANEXO ÚNICO

Programa de "ÁLGEBRA LINEAL"

Carrera de: Licenciatura en Administración (Resolución C.S. n° 589/2019)

Duración: Cuatrimestral – carga horaria 96 horas

1. FUNDAMENTACIÓN

La asignatura Álgebra Lineal pertenece al grupo de materias de carácter obligatorio en el plan de estudio de la carrera de Licenciatura en Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística de la UNR.

En conjunto con las materias Álgebra y Geometría Analítica I, Álgebra y Geometría Analítica II, Análisis Matemático I, Análisis Matemático II y Análisis Matemático III, conforman el bloque de materias del área de las matemáticas de dicho plan.

Es una materia en la cual los conceptos tienen tanta Importancia como los cálculos, estableciéndose un excelente balance entre el cálculo y la teoría. Prepara a los/as alumnos/as para resolver cálculos útiles e Interesantes al mismo tiempo que los ayuda a desarrollar habilidades para el razonamiento abstracto y a pensar con claridad y precisión.

Los conceptos a desarrollar en dicha materia son de suma Importancia para la comprensión y aprendizaje de contenidos específicos del ámbito de la Estadística que se abordan en diferentes asignaturas de los últimos años de la carrera, siendo una materia de carácter formativo e instrumental.

2. OBJETIVOS

Se espera que el/la *alumno/a* logre:

- Utilizar los conceptos y procedimientos del álgebra lineal para la aplicación en las diferentes metodologías del área de la Estadística.
- Manejar los objetos de estudio del álgebra lineal de manera que pueda abordar y comprender otras metodologías del álgebra que no se llegan a estudiar en ésta asignatura.

Son *objetivos específicos* de esta asignatura:

- Reconocer al espacio R^n como espacio vectorial.
- Adquirir destreza en el manejo de la estructura algebraica del espacio R^n .
- Comprender el concepto de espacio vectorial como una generalización del espacio R^n .
- Identificar espacios vectoriales generales y subespacios de dichos espacios vectoriales.
- Detectar la dependencia o independencia lineal de vectores y la condición de "generador" de un conjunto de vectores en un espacio vectorial.
- Obtener bases y determinar la dimensión de un espacio vectorial.
- Identificar espacios vectoriales particulares asociados a una matriz (espacio de renglones y espacio de columnas) y su rango.
- Conocer las aplicaciones del rango de una matriz a la resolución de sistemas de ecuaciones lineales.
- Reconocer productos Internos en un espacio vectorial.
- Entender y generalizar los conceptos geométricos de longitud de un vector, distancia entre vectores y ortogonalidad entre vectores.
- Comprender el concepto de conjunto ortogonal y conjunto ortonormal.
- Hallar bases ortonormales para los espacios vectoriales.
- Reflexionar sobre la conveniencia de trabajar con bases ortonormales.
- Comprender la relación existente entre matrices de coordenadas de vectores respecto a diferentes bases.
- Reconocer una transformación lineal.
- Identificar los subespacios vectoriales particulares asociados a una transformación lineal: Núcleo y Recorrido.
- Comprender la vinculación entre las transformaciones lineales y las matrices.
- Identificar la relación de semejanza de matrices y su vinculación con las matrices de un operador lineal respecto a bases distintas.
- Comprender los conceptos de autovalor y autovector de una matriz. Interpretar geoméricamente dichos conceptos.



- Encontrar los autoespacios asociados a los autovalores de una matriz y bases de los mismos.
- Identificar matrices diagonalizables y matrices diagonalizables ortogonalmente.
- Aplicar los conceptos de autovalores y autovectores en la diagonalización de matrices. En caso que una matriz sea diagonalizable, poder obtener una forma diagonal de la misma y la correspondiente matriz diagonalizante.
- Identificar Formas Cuadráticas. Obtener la matriz simétrica asociada a una forma cuadrática y viceversa.
- Conocer las caracterizaciones y propiedades de las formas cuadráticas definidas y semidefinidas.
- Utilizar la diagonalización de matrices en el estudio y caracterización de las formas cuadráticas.
- Representar gráficamente ecuaciones de segundo grado en dos variables.
- Comprender el concepto de inversa generalizada de una matriz.
- Aplicar el concepto de inversa generalizada de una matriz en la resolución de sistemas lineales compatibles.
- Conocer las propiedades principales de las inversas generalizadas de matrices simétricas.

3. CONTENIDOS

UNIDAD I - Espacios vectoriales

Vectores y operaciones en $\mathbb{R}^n$. El producto interno euclidiano. Longitud y ángulo en $\mathbb{R}^n$. Definición y propiedades de espacios vectoriales generales. Subespacios. Independencia lineal. Base y dimensión. Espacio de renglones, espacio de columnas y rango de una matriz. Espacios vectoriales con producto interno. Longitud y ángulo en espacios con producto interno. Ortogonalidad y ortonormalidad. Bases ortonormales. Coordenadas y cambios de base.

UNIDAD II - Transformaciones Lineales

Definición y propiedades de una transformación lineal. Núcleo e imagen de una transformación lineal. Matriz de una transformación lineal. Semejanza de matrices.

UNIDAD III - Autovalores y autovectores. Diagonalización

Definición y propiedades de autovalores y autovectores. Diagonalización de matrices. Matrices simétricas y diagonalización ortogonal.

UNIDAD IV - Formas Cuadráticas

Definición y propiedades de una forma cuadrática. Reducción a la forma diagonal. Clasificación de las formas cuadráticas (definidas y semidefinidas). Caracterización y propiedades de las formas definidas y semidefinidas. Representación gráfica de ecuaciones de segundo grado en dos variables.

UNIDAD V - Inversa Generalizada

Definición y propiedades de una inversa generalizada de una matriz. Aplicaciones a los sistemas de ecuaciones lineales. Otras definiciones de inversa generalizada. Propiedades de las inversas generalizadas de matrices simétricas.

4- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

La enseñanza debe abordarse procurando lograr el equilibrio entre los conceptos teóricos y sus aplicaciones a la práctica.

El desarrollo de las clases está dividido en clases teóricas y clases prácticas. Por lo tanto la forma de trabajo alterna la exposición y desarrollo de los conceptos teóricos con el trabajo individual y/o grupal de los/as alumnos/as en la resolución de ejercicios y problemas de aplicación.

En las clases consideradas teóricas se definen nuevos conceptos, se enuncian y demuestran propiedades y teoremas, y se presentan ejemplos que facilitan la comprensión del tema desarrollado. En esta instancia, aunque el mayor protagonismo lo tiene el docente, se procura estimular el diálogo con los/as alumnos/as para rescatar conceptos ya aprendidos, detectar dificultades para ayudar a superarlas, y relacionar el tema con algunos temas tratados o a tratar en otras materias.



Las clases consideradas de práctica, se resolverán las guías de ejercicios y/o problemas propuestos por la cátedra. Dicha resolución se hará de manera individual o grupal contando con la ayuda o guía de el/la profesor/a asignado/a. Se procurará, siempre que los tiempos lo permitan, poner en común las resoluciones de manera que éstas queden expuestas en el pizarrón a disposición de todos los participantes de la clase.

Se busca que la guía o listado de ejercicios constituya una práctica mínima para la adecuada comprensión y aplicación de los conceptos estudiados.

Para los ejercicios o aplicaciones que requieren cálculo se utilizan calculadoras u otras tecnologías apropiadas para el álgebra lineal disponibles en el aula. Puede ser que los/as alumnos/as utilicen aplicaciones de celulares o concurren computadoras portátiles en caso que dispongan de ellas, o que se utilice el laboratorio de informática de la carrera.

Además se cuenta cada semana de horarios en que, tanto el/la docente de práctica como el de teoría, brindan clases de consulta a la que pueden asistir los/as alumnos/as de la materia. El lugar y horario de las mismas se publican en el transparente del Departamento de Matemática de la Escuela de Estadística de la Facultad.

Para establecer una comunicación más fluida también se dispone de un aula virtual de la materia, dentro del Campus Virtual de la UNR, en la cual se publican las novedades y avisos importantes, se pueden realizar consultas utilizando la mensajería electrónica y los foros de intercambio, así como también se pone a disposición de los/as alumnos/as videos didácticos y/o materiales alternativos para reforzar el repaso de los temas desarrollados en clase.

5- ACTIVIDADES

Respecto a la distribución de tareas de las horas de clase, el/la profesor/a Titular se encarga del desarrollo de las clases consideradas teóricas y el/la docente asignado como Jefe/a de Trabajos Prácticos se encargará de las clases prácticas.

En caso que se cuente con alumnos/as que se desempeñen como Ayudante Alumno/a en la cátedra, se los incorpora a las clases, tanto teóricas como prácticas para el cumplimiento de sus tareas.

Para cada clase teórica, previamente, se pondrá a disposición de los/as alumnos/as la bibliografía básica y también la bibliografía complementaria. En las clases teóricas se desarrollarán los conceptos fundamentales.

Para las clases prácticas se pondrá a disposición de los/as estudiantes guías de práctica de cada tema. De dichas guías se les sugerirá a los/as alumnos/as resolver los ejercicios de manera individual, para luego, en horas de clase, poner en común las resoluciones y lograr un intercambio enriquecedor

6- CARGA HORARIA

La asignatura tiene una carga total de 96 horas reloj en el cuatrimestre de cursado. Esto implica, en las 16 semanas de clase que contempla el calendario académico, una asignación de 6 horas semanales para su dictado. Estas 6 horas se distribuyen en 3 horas para la parte teórica y 3 horas para la práctica.

7- METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Regularización

Durante el transcurso del cuatrimestre en que se cursa la materia se tomarán dos (2) evaluaciones escritas con el objetivo de evaluar el nivel de conocimientos alcanzado por el/la alumno/a en la resolución de problemas prácticos y en la aplicación de conceptos básicos desarrollados en la teoría de la asignatura. Teniendo en cuenta que, en general, el cursado del cuatrimestre consta de 16 semanas de clase, dichas evaluaciones se realizarán aproximadamente en las semanas 8 y 15 del mismo.

Si la nota promedio entre las dos evaluaciones es mayor o igual que seis (6), con ninguna nota menor que cuatro (4), el/la alumno/a obtiene la condición de "Regular".

Si la nota promedio es menor que seis (6) o si el/la alumno/a obtuvo al menos una nota menor que cuatro, el/la alumno/a queda en condición "Libre".

El/la alumno/a contará con la opción de una instancia de recuperación al final del cuatrimestre. Esta consiste en recuperar una (1) de las evaluaciones parciales y la nota que obtenga en la evaluación "recuperatoria" sustituirá a la nota anterior.



Examen final

Para aprobar la materia, los/as alumnos/as (en condición Regular o Libre) deberán rendir un examen de carácter *teórico-práctico* que integrará todos los temas desarrollados en la materia.

La evaluación de la parte práctica se realiza de forma escrita. En el caso de quienes rindan en condición Libre, el examen consta de ejercicios prácticos que abarcan todos los temas del programa. Por otro lado, quienes rindan el final en condición Regular, si bien el final es de tipo integrador, el examen consta de ejercicios prácticos que hacen hincapié en los temas de las últimas unidades del programa que no hayan sido evaluados en los exámenes parciales.

En cuanto a la parte teórica, todos/as los/as alumnos/as realizan el mismo examen. Dicha evaluación consiste en consignas o preguntas en las cuales se pide la definición y ejemplificación de los conceptos desarrollados y demostración de propiedades y/ teoremas vistos en la materia. Se toma en forma escrita, pero puede, en caso de ser necesario, complementarse de manera oral.

Sistema de tutorías

Como se ha dicho, Álgebra Lineal se dicta en el segundo cuatrimestre del segundo año del plan de estudios de la carrera de Licenciatura en Estadística.

Está previsto para los/as alumnos/as que, habiendo realizado al menos uno de los dos parciales programados durante el cursado, hayan quedado libres puedan participar de las Tutorías Académicas durante el primer cuatrimestre del año siguiente a su cursada.

Estas tutorías, tienen un carácter de clases de consulta "programadas y obligatorias", en el sentido que se organiza un cronograma de, a lo sumo, una clase semanal de algunos temas pactados, a la cual los/as alumnos/as asisten para consultar sus dudas.

En este sistema a los/as alumnos/as se los evalúa de la misma forma que se realiza durante el cursado habitual, pudiendo así adquirir la regularidad de la materia en dicho cuatrimestre.

8- BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía Básica

- Anton, H. (2001). *Introducción al Álgebra Lineal*, 5ª edición. México: Limusa.
- Lay, D. (2012). *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*, 4ª edición. México: Pearson Educación. Capítulo 7.
- Searle, S. R., Gruber, M.HJ. (2017). *Linear Models*, 2ª edition. Hoboken: Wiley.
- Isern, G. "Apunte: *Inversa generalizada y sus aplicaciones a los modelos lineales*". Cátedra Álgebra Lineal. FCEyE. UNR. Rosario.

Bibliografía Complementaria

- Grossman, S.I., Flores Godoy, J.J. (2012). *Algebra Lineal*, 7ª edición. México: Mc Graw Hill.
- Hernandez, E., Vazquez M., Zurro M. (2012). *Álgebra lineal y Geometría*, 3ª edición. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Kolman, B., Hill D. (2006). *Algebra Lineal*, 8ª edición. México: Pearson Prentice Hall.
- Nakos, G. (1999). *Algebra Lineal con aplicaciones*. México: Thomson.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. España: Mc Graw Hill Hispanoamericana.
- Searle, S., Khuri, A. (2017). *Matrix Algebra Useful for Statistics*, 2ª edición. Hoboken: Wiley.
- Strang, G. (2005). *Linear Algebra and its Applications*, 4ª edición. Borard.

Específica por unidad

Unidad I: Espacios vectoriales

- Anton, H. (2001). *Introducción al Álgebra Lineal*, 5ª edición. México: Limusa. Capítulo 4.
- Lay, D. (2012). *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*, 4ª edición. México: Pearson Educación. Capítulos 4 y 6.
- Grossman, S.I., Flores Godoy, J.J. (2012). *Algebra Lineal*, 7ª edición. México: Mc Graw Hill. Capítulo 5 y 6.
- Hernandez, E., Vazquez M., Zurro M. (2012). *Álgebra lineal y Geometría*, 3ª edición. Madrid: Pearson Educación S.A. Capítulo 4.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
BOULEVARD OROÑO 1261 - 2000 ROSARIO - REPÚBLICA ARGENTINA

EXP-UNR: N° 15131/2021

- Kolman, B., Hill D. (2006). *Algebra Lineal*, 8ª edición. México: Pearson Prentice Hall. Capítulo 6.
- Nakos, G. (1999). *Algebra Lineal con aplicaciones*. México: Thomson. Capítulo 2, 4 y 8.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. España: Mc Graw Hill Hispanoamericana. Capítulo 2, apartados 2.2, 2.3 y 2.5.
- Searle, S., Khuri, A. (2017). *Matrix Algebra Useful for Statistics*, 2ª edición. Hoboken: Wiley. Capítulo 6.
- Strang, G. (2005). *Linear Algebra and its Applications*, 4ª edición. Borard. Capítulos 2 y 3.

Unidad II: Transformaciones Lineales

- Anton, H. (2001). *Introducción al Álgebra Lineal*, 5ª edición. México: Limusa. Capítulos 5.
- Lay, D. (2012). *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*, 4ª edición. México: Pearson Educación. Capítulo 1, apartados 1.8 y 1.9.
- Grossman, S.I., Flores Godoy, J.J. (2012). *Algebra Lineal*, 7ª edición. México: Mc Graw Hill. Capítulo 7.
- Hernandez, E., Vazquez M., Zurro M. (2012). *Álgebra lineal y Geometría*, 3ª edición. Madrid: Pearson Educación S.A.. Capítulo 5.
- Kolman, B., Hill D. (2006). *Algebra Lineal*, 8ª edición. México: Pearson Prentice Hall. Capítulo 7 y 10.
- Nakos, G. (1999). *Algebra Lineal con aplicaciones*. México: Thomson. Capítulo 5.

Unidad III: Autovalores y autovectores. Diagonalización

- Anton, H. (2001). *Introducción al Álgebra Lineal*, 5ª edición. México: Limusa. Capítulo 6.
- Lay, D. (2012). *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*, 4ª edición. México: Pearson Educación. Capítulo 5.
- Grossman, S.I., Flores Godoy, J.J. (2012). *Algebra Lineal*, 7ª edición. México: Mc Graw Hill. Capítulo 8.
- Hernandez, E., Vazquez M., Zurro M. (2012). *Álgebra lineal y Geometría*, 3ª edición. Madrid: Pearson Educación S.A.. Capítulo 6.
- Kolman, B., Hill D. (2006). *Algebra Lineal*, 8ª edición. México: Pearson Pentice Hall. Capítulo 8.
- Nakos, G. (1999). *Algebra Lineal con aplicaciones*. México: Thomson. Capítulo 7.
- Peña, D. (2002). *Análisis de datos multivariantes*. España: Mc Graw Hill Hispanoamericana. Capítulo 2, apartados 2.4.
- Searle, S., Khuri, A. (2017). *Matrix Algebra Useful for Statistics*, 2ª edición. Hoboken: Wiley. Capítulo 11.
- Strang, G. (2005). *Linear Algebra and its Applications*, 4ª edición. Borard. Capítulo 5.

Unidad IV: Formas Cuadráticas

- Lay, D. (2012). *Álgebra Lineal y sus aplicaciones*, 4ª edición. México: Pearson Educación. Capítulo 7, apartados 7.1 y 7.2.
- Anton, H. (2001). *Introducción al Álgebra Lineal*, 5ª edición. México: Limusa. Capítulo 7, apartado 7.3.
- Hernandez, E., Vazquez M., Zurro M. (2012). *Álgebra lineal y Geometría*, 3ª edición. Madrid: Pearson Educación S.A.. Capítulo 12.
- Kolman, B., Hill D. (2006). *Algebra Lineal*, 8ª edición. México: Pearson Pentice Hall. Capítulo 9.

Unidad V: Inversa Generalizada

- Isern, G. "Apunte: *Inversa generalizada*". Cátedra Álgebra Lineal. FCEyE. UNR. Rosario.
- Searle, S. R., Gruber, M.H.J. (2017). *Linear Models*, 2ª edition. Hoboken: Wiley. Capítulo 1.
- Searle, S., Khuri, A. (2017). *Matrix Algebra Useful for Statistics*, 2ª edición. Hoboken: Wiley. Capítulo 8.

RESOLUCIÓN N° 30240-C.D.


Es copia
RUBÉN O. GONZÁLEZ
Secretario - Consejo Directivo

LIC. ADRIANA P. RACCA
Decana
Pte. Consejo Directivo
JUAN JOSE MESON
Director General de Administración