

**Planificación de la Asignatura:** Cálculo Vectorial - Bioingeniería

**Fecha:** 23/10/2024 13:02

**Código:** B0808

**Carrera:** Bioingeniería

**Departamento Académico:** Matemática

**Docente a cargo:** Emiliano Ravera

**Correo del docente a cargo:** emiliano.ravera@uner.edu.ar

**Régimen de Dictado:** Cuatrimestral doble oferta

**Carga Horaria Semanal:** 7 horas semanales

**Carga Horaria Total:** 98 horas

---

**Contenidos Mínimos:**

Cálculo diferencial e integral de campos escalares y campos vectoriales. Generalización a funciones de  $R^n$  a  $R^m$ .

---

**Correlativas Regulares para cursar:**

Álgebra Lineal y Geometría Analítica

Física Mecánica

Cálculo en una Variable

**Correlativas Aprobadas para cursar:**

No posee

**Correlativas Aprobadas para promocionar o rendir el examen final:**

Cálculo en una Variable

---

**Objetivo General:**

Que el alumno logre:

1. Comprender los principios teóricos y conceptos fundamentales del Cálculo Vectorial para expresar modelos de fenómenos biológicos, físicos u otros relacionados con la Ingeniería.
2. Aplicar estrategias y métodos del Cálculo Vectorial para resolver problemas matemáticos.
3. Utilizar software matemático para la resolución de problemas.
4. Incrementar la confianza en el propio razonamiento, la habilidad de reflexionar, analizar críticamente para reforzar el aprendizaje autónomo.
5. Reforzar estrategias de comunicación y colaboración para el trabajo en equipo.

**Objetivos Particulares:**

Que el alumno logre:

1. Expresar los enunciados y teoremas básicos del Cálculo Vectorial para reconocer hipótesis y justificando cada paso efectuado en sus demostraciones.
2. Usar el lenguaje simbólico del cálculo diferencial e integral de funciones vectoriales de variable real, funciones reales de varias variables y campos vectoriales para usar estas herramientas en diferentes contextos relacionados a la Ingeniería.
3. Aplicar los conceptos del cálculo de funciones vectoriales de una variable real para la modelización de problemas relacionados con curvas y movimiento en el espacio.
4. Valorar la utilidad de las funciones con valores reales de varias variables para analizar diferentes magnitudes escalares e interpretar sus distintas representaciones.
5. Aplicar los conceptos fundamentales del cálculo diferencial de funciones reales de varias variables para resolver problemas de optimización, con y sin restricciones.
6. Seleccionar la integral adecuada (integrales múltiples, integrales de línea o integrales de superficie) para

resolver un determinado problema aplicando el método de cálculo más conveniente.

7. Reconocer fenómenos que puedan expresarse matemáticamente por campos vectoriales y analizarlos a través de las propiedades de los mismos para aprovechar las ventajas que ofrecen los teoremas integrales del Cálculo Vectorial.
8. Interpretar el significado de los resultados obtenidos al aplicar métodos del Cálculo Vectorial para resolver un determinado problema de Ingeniería.
9. Usar software matemático para efectuar cálculos numéricos, simbólicos y representaciones gráficas que faciliten la comprensión de conceptos.
10. Participar activamente en el proceso de aprendizaje a través de las lecturas críticas del material didáctico, exposiciones orales, consultas, elaboración de informes, discusiones grupales, entre otras actividades.

**Programa Analítico:**

## Unidad Temática 1: Funciones Vectoriales

Funciones con valores vectoriales. Derivadas e Integrales de funciones vectoriales. Curvas en el espacio. Longitud de arco y celeridad. Curvatura. Movimiento en el espacio tridimensional. Aplicaciones.

## Unidad Temática 2: Cálculo diferencial de funciones reales de varias variables.

Funciones de varias variables. Límite y continuidad en varias variables. Derivadas parciales. Diferenciabilidad y planos tangentes. Aproximación lineal y diferenciales. El gradiente y las derivadas direccionales. La regla de la cadena. Optimización en varias variables. Multiplicadores de Lagrange: optimización con restricciones. Aplicaciones.

## Unidad Temática 3: Integración múltiple.

Introducción. Integral doble sobre un rectángulo. Integral doble sobre regiones más generales. Aplicaciones de  $R^2$  en  $R^2$ . El determinante Jacobiano. Integral doble en coordenadas polares. Integrales triples. Aplicaciones de  $R^3$  en  $R^3$ . Integrales triples en coordenadas cilíndricas y esféricas. Cambio de variables en integrales dobles y triples. Aplicaciones.

## Unidad Temática 4: Teoremas integrales del cálculo vectorial.

Campos vectoriales. Integrales de línea. Campos vectoriales conservativos. Teorema fundamental para campos vectoriales conservativos. Superficies paramétricas. Integrales de superficie. Teorema de Green. Rotacional. Teorema de Stokes. Divergencia. Teorema de la divergencia. Aplicaciones.

**Listado de Actividades de Formación Práctica:**

TP 1: Funciones vectoriales de variable real y sus aplicaciones.

TP 2: Funciones de varias variables con valores reales: gráficas, curvas de nivel. Límite y Continuidad. Aplicaciones.

TP 3: Cálculo diferencial de funciones de varias variables: Derivadas parciales. Planos tangentes y aproximaciones lineales. Regla de la cadena. Derivadas direccionales y vector gradiente. Aplicaciones.

TP 4: Optimización en varias variables. Multiplicadores de Lagrange: optimización con restricciones. Aplicaciones.

TP 5: Integrales dobles y sus aplicaciones.

TP 6: Integrales triples y sus aplicaciones.

TP 7: Integrales de Línea y sus aplicaciones.

TP 8: Integrales de Superficie y sus aplicaciones.

TP 9: Teoremas de Green, Stokes y de la Divergencia. Aplicaciones.

Listado de Trabajos Prácticos de Laboratorio Computacional:

En la asignatura Cálculo Vectorial se desarrolla un trabajo práctico de laboratorio computacional de resolución grupal bajo el enfoque de afrontar un problema matemático interdisciplinar de resolución abierta.

El mismo incluirá alguno de los siguientes contenidos:

- a) Aplicaciones de las funciones vectoriales de una variable real y del cálculo diferencial de funciones reales de varias variables.
- b) Aplicaciones de optimización en varias variables con o sin restricciones.
- c) Aplicaciones de integrales múltiples.

Actividades de Asesoramiento y Apoyo Optativas:

1) Espacios de consultas bajo la tutoría de Docentes:

La cátedra ofrece horarios de consulta. Además esta actividad se refuerza en la semana previa a las evaluaciones parciales o finales. En estas sesiones los docentes atienden dudas e inquietudes en forma individual.

2. Espacios de tutoría entre Pares:

Se trabaja en conjunto con el Área de Asesoría Pedagógica y Orientación Vocacional de la Facultad en el marco del programa "Tutorías entre pares". Se brinda así un espacio de interacción entre estudiantes del curso Cálculo Vectorial y pares más avanzados con el objetivo de mejorar el rendimiento académico. Los tutores brindan fundamentalmente una instancia de apoyo a los procesos de aprendizaje de los estudiantes con dificultades en su desempeño académico, realizando una atención personalizada de sus inquietudes. La cátedra acompaña a los tutores, atendiendo las sugerencias que ellos brinden, al mismo tiempo que facilitando el material que los mismos necesiten para atender a sus tutorados.



**Metodología de Evaluación Durante el cursado:**

En un proceso de enseñanza-aprendizaje continuo basado en competencias, la evaluación es el medio que aporta las evidencias relevantes sobre el desempeño de los estudiantes, el profesor y el entorno. Además, la evaluación debe poner atención en los contenidos matemáticos desarrollados en la asignatura, siendo justa para los estudiantes, los profesores y la institución.

Entonces, con el objetivo de formar personas capaces de desenvolverse con autonomía y responsabilidad; se opta por un modelo de evaluación que promueve el aprendizaje de contenidos pero que también influye en procesos de pensamiento crítico.

En esta asignatura se han planificado actividades de formación continua del estudiante donde el proceso de evaluación está alineada con esto. Así, se llevará a cabo una evaluación continua basado en los enfoques de evaluación formativa y evaluación sumativa:

a) Evaluación Formativa: Permite revisar las actuaciones en los procesos de enseñanza y de aprendizaje regulándolas de acuerdo al desarrollo personal y social del alumnado. En especial se contribuye al proceso de aprendizaje, orientándolo, corrigiéndolo y estimulándolo, favoreciéndolo tanto en el aspecto significativo como en el metacognitivo, ya que introduce la posibilidad de reflexionar sobre sí mismo y sobre el par en un ambiente democrático.

En este proceso de evaluación, la actividad planificada en la asignatura es:

1) La elaboración personal del portafolio o carpeta de competencias en formato electrónico con el soporte de la plataforma MOODLE. En esta instancia no se evalúa si se llega al resultado correcto, sino el compromiso y la honestidad en la realización del mismo y la participación en la discusión entre pares, dado que en estas instancias se busca evaluar el compromiso y la honestidad de los alumnos en la realización de los Informes Integradores, acompañado de la presentación de cada uno de ellos una evaluación entre los miembros del grupo de trabajo.

Los docentes corrigen estos informes realizando un seguimiento de los errores y dificultades, realimentando al grupo de estudiante. Al finalizar el curso, los docentes evalúan la calidad del portafolio elaborado por cada alumno.

b) Evaluación Sumativa: Permite relevar información del proceso de enseñanza-aprendizaje en instantes de tiempo prefijado. En este sentido, las instancias de evaluación sumativa son instantáneas del proceso de formación continua del estudiante, proporcionando calificaciones a través de las cuales se mide el nivel alcanzado por el estudiante con respecto a los objetivos del curso en esos instantes de tiempo. Esta

evaluación se realiza mediante 2 (dos) instancias de trabajo individual y 1 (una) instancia de trabajo grupal como se describe a continuación:

1) Dos Exámenes Individuales: Cada uno de ellos consiste en una producción individual donde se evalúa la producción integrada en cuanto a contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

Cada uno de ellos consiste en una producción individual donde se evalúa la producción integrada en cuanto a contenidos teóricos y prácticos de la asignatura.

El primer examen comprende una producción escrita con producción en software matemático de las Unidades Temáticas 1 y 2, y se desarrolla en un espacio generado en el campus de la FI-UNER correspondiente la asignatura en la fecha programada en el cronograma. Este examen tendrá la siguiente estructura:

El cuestionario del examen individual estará constituido por 5 (cinco) actividades de resolución secuencial constituidas por 15 (quince) preguntas en total SELECCIONADA ALEATORIAMENTE PARA CADA ESTUDIANTE. Cada una de estas actividades tendrán un tiempo de resolución acorde a la complejidad de las preguntas. El tiempo de resolución de cada actividad es independiente de las 2 (dos) horas en las que estará disponible el cuestionario (por ejemplo: el examen está habilitado de 8:00 a.m. a 10:00 a.m y la actividad 1 del examen tiene un período de tiempo para contestarla de 10 minutos).

El cuestionario estará constituido por 5 tipos de actividades:

1.1) Actividades con preguntas de opción múltiples o verdadero y falso.

1.2) Actividades con preguntas de interpretación gráfica. Por ejemplo, señalar elementos en la gráfica, identificar trazas con gráfica y funciones, relacionar puntos críticos con curvas de nivel, etc.

1.3) Actividades con preguntas de justificación de pasos. Arrastrar y soltar las opciones con justificaciones de ejercicios resueltos o de demostraciones teóricas.

1.4) Actividades con preguntas donde deben encontrar el error. Se brinda un procedimiento donde se indica que tiene un error y tienen que decir en pocas palabras cuál es el error y en qué parte está.

1.5) Actividades con preguntas de realización de cálculos. Se generó un espacio interactivo y con posibilidad de navegación interna que consiste en dos ejercicios donde cada estudiante deberá demostrar destrezas de resolución Matemática. Además, en actividades que requieran la resolución de cálculos y/o justificaciones se brindará un espacio para que cada estudiante suba un documento escaneado de su desarrollo en formato .pdf, el cuál será cotejado con la letra de cada estudiante presentada en los Informes Integradores. En el caso particular de los exámenes finales el documento presentado con su

resolución deberá estar firmado en cada hoja escaneada y se deberá incluir una imagen de la parte frontal de su DNI.

El segundo examen comprende una producción escrita de las Unidades Temáticas 3 y 4, y se desarrolla en los Laboratorios de Computación de la FI-UNER. En cada examen individual se obtiene un puntaje de 0 a 100 siguiendo los criterios de evaluación consensuados.

2) Un trabajo práctico de laboratorio computacional (TPLC): Como se mencionó anteriormente, la realización del TPLC es grupal (tres alumnos por grupo) y consiste en la resolución de un problema interdisciplinario con enfoque abierto a resolver con software matemático. El TPLC se califica de 0 a 100 puntos, el cuál se construye mediante una evaluación entre integrantes del grupo y una evaluación del docente.

Además, se ofrece a los alumnos la opción de recuperar todas las instancias de evaluación sumativa en las fechas estipuladas por el calendario académico. La calificación obtenida en las instancias recuperatorias sólo se tienen en cuenta si supera la calificación alcanzada previamente en cada instancia, sustituyéndola en ese caso.

Al igual que la evaluación formativa, las calificaciones obtenidas en las instancias de evaluación sumativa son parámetros que se tendrán en cuenta en la condición final lograda en la asignatura por cada alumno.

En este proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el alumno planificado en esta asignatura, la condición final del estudiante (CF) se construye en función de todas las instancias de evaluación (Formativa y Sumativa) siguiendo la siguiente ecuación:

$CF = 70\% \text{ (promedio de las evaluaciones individuales)} + 20\% \text{ (calificación obtenida en el trabajo práctico de laboratorio computacional)} + 10\% \text{ (índice de formación continua obtenida de la calidad del portafolio del alumno)}$

### **Metodología de Evaluación en Exámenes Finales:**

El Examen Final de la asignatura consiste en la evaluación de una producción escrita, integradora de contenidos teóricos y prácticos de todas las Unidades Temáticas. En el examen final se obtiene un puntaje de 0 a 100 siguiendo los criterios de evaluación de competencias adoptados por la cátedra. Este examen se aprueba si se cumplen las siguientes condiciones:

Para el alumno Regular:

1) Obtener un puntaje mayor o igual a 60 puntos.

La condición final de la asignatura se obtiene siguiendo la ecuación:

$$CFRegular = 70\% (\text{Puntos Examen Final}) + 30\% (\text{TPLC}).$$

Para el alumno Libre:

1) Obtener un puntaje mayor o igual a 70 puntos.

2) Obtener un puntaje mayor o igual a 50 puntos en la resolución de ejercitación con software matemático

La condición final de la asignatura se obtiene siguiendo la ecuación:

$$CFLibre = 70\% (\text{Puntos Examen Final}) + 30\% (\text{Puntos Examen Software}).$$

**Condiciones de Regularidad :**

En términos generales, la condición de regularidad de esta asignatura implica que el alumno haya alcanzado un nivel de conocimientos, destrezas y habilidades mínimas necesarias para continuar su camino en la carrera permitiéndole cursar las asignaturas correlativas y lograr un aprendizaje crítico que le permitirá preparar sin mayores dificultades su examen final de esta asignatura.

Teniendo en cuenta esto, un alumno al final del cursado de la asignatura puede lograr cuatro condiciones (Promocionado, Regular, Libre por evaluación y Libre por inasistencia) que se describen a continuación:

**a) Condiciones para ser considerado alumno Promocionado:**

- 1) Acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs y,
- 2) obtener una condición final mayor o igual de 80 puntos en su proceso de formación continua.

**b) Condiciones para ser considerado alumno Regular:**

- 1) Acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs y,
- 2) obtener una condición final mayor o igual de 50 puntos en su proceso de formación continua.

**c) Condiciones para ser considerado alumno Libre por evaluación:**

- 1) Acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs pero,
- 2) no logra obtener una condición final mayor o igual de 50 puntos en su proceso de formación continua.

**d) Condiciones para ser considerado alumno Libre por inasistencia:**

- 1) No acreditar un mínimo de asistencia del 60 % a cada una de los STePs o,
- 2) no asistir a las diferentes instancias de evaluación de la asignatura.

Cálculo Vectorial es una asignatura que brinda la opción de Promoción directa, lo cual implica que un alumno que obtuvo la condición de Promoción no debe presentarse rendir un examen final de la asignatura. En este caso la calificación final de la asignatura se obtendrá siguiendo el criterio descripto y siempre será

Muy Bueno 8 (ocho) o superior.

**Bibliografía Principal:**

Rogawski, Jon. Cálculo: varias variables (Segunda versión original), Ed. Reverté, 2012.

Stewart, James. Cálculo de varias variables: transcendentales tempranas (Séptima edición), Ed. Cengage Learning, 2012.

**Bibliografía Complementaria:**

Stewart, James. Cálculo de varias variables : transcendentales tempranas (Sexta edición), Ed. Cengage Learning, 2008.

Marsden, Jerrold E. y Tromba, Anthony J. Cálculo vectorial (Quinta edición), Ed. Pearson Addison Wesley, 2004.

Thomas, George B. Cálculo: varias variables (12 edición), Ed. Pearson, 2010.

Edwin, Herman y Gilbert, Strang. Calculus Volume 3, Ed. OpenStax, Rice University, 2017.

Oliver Knill y Elizabeth Slavkovsky. Ilustrar las Matemáticas Usando Impresoras 3D, Harvard University, Cambridge, 2013.

Cooper, Jeffery. A MATLAB Companion for Multivariable Calculus, Ed. Harcourt/Academic Press, 2001.