

## ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS TRABAJO EN GRUPO

El trabajo se realiza a final del segundo semestre, en el mes de mayo, cuando ya se haya visto la teoría fundamental. Se considera un trabajo final de asignatura y se realizará en grupo. Los grupos estarán formados por un máximo de 6 alumnos.

Dado que su valor es el 5% de la nota se estima que el tiempo necesario es el correspondiente a  $5/100 \times 9$  ECTS, lo que supone alrededor de 10 horas de trabajo del alumno<sup>1</sup>.

Cada grupo debe elegir un tema de aplicación de la teoría de ecuaciones diferenciales a algún problema real sencillo.

### 1. ESTRUCTURA

La memoria debe constar, al menos, de las siguientes partes:

- (1) Descripción del problema real y modelado mediante ecuaciones diferenciales.
- (2) Análisis cualitativo del modelo matemático y representación gráfica de las soluciones.
- (3) Conclusiones.
- (4) Bibliografía utilizada.

El modelo matemático debe ser sencillo, pero no trivial. Un sistema lineal con coeficientes constantes se considera excesivamente sencillo, puesto que puede resolverse como un mero ejercicio. Salvo casos muy excepcionales, si la solución puede obtenerse analíticamente el modelo es demasiado simple.

Para la representación gráfica de las soluciones se empleará, por lo general, algún método de aproximación numérica. Se puede realizar por medio de cualquier programa/aplicación (hay programas que lo hacen casi automáticamente: en SAGE `desolve_odeint`, en Python `scipy.integrate.odeint`, ... ). Se valorará el uso de programas de ordenador realizados por los alumnos, utilizando los algoritmos numéricos estudiados durante el curso (Runge-Kutta, por ejemplo).

El análisis del modelo incluirá la comprobación de la existencia y unicidad de solución, y la dependencia de los parámetros.

Si el modelo es bidimensional, o puede reducirse a tal caso, es muy recomendable la representación del diagrama de fases<sup>2</sup>.

En la bibliografía deben aparecer todas las fuentes consultadas, para evitar la sospecha de plagio.

---

<sup>1</sup>Según la Universidad de Zaragoza, 1 ECTS = 25 horas de trabajo del alumno

<sup>2</sup>En el curso 2019-20 no ha dado tiempo a ver con detalle la construcción del diagrama de fases, debido a festivos los días de clase y al retraso natural por las condiciones de impartición. En su lugar puede utilizarse cualquier programa para dibujar el campo de direcciones o similar. Por ejemplo: `streamline_plot` y `plot_vector_field` en Sage, `streamplot` y `quiver` en Python con el paquete Matplotlib `matplotlib.pyplot`

## 2. TEMÁTICA

Los alumnos pueden elegir cualquier tema que sea de su interés. Ejemplos de temas que han elegido los alumnos en los cursos académicos anteriores:

- (1) Propagación de la viruela
- (2) El péndulo esférico
- (3) Sistema Sol-Tierra-Luna (en un plano)
- (4) Banana-shot (efecto Magnus en el tenis)
- (5) Trayectoria del asteroide Apofis
- (6) El pozo y el péndulo (péndulo de longitud creciente)
- (7) El oscilador de Van Der Pol
- (8) Propagación de epidemias: modelo SIR
- (9) El péndulo (plano) doble.
- (10) Propagación de epidemias: modelo SEIR
- (11) El péndulo de Foucault
- (12) El gol olímpico (efecto Magnus en el fútbol)
- (13) Crecimiento de poblaciones estructuradas (modelos de Leslie)

La originalidad en la elección del tema del trabajo será valorada muy positivamente.

## 3. PRESENTACIÓN

El formato es libre: manuscrito,  $\text{\LaTeX}$ , Word, ..., cualquiera es válido<sup>3</sup>. No hay límite de número de páginas, ni máximo ni mínimo. La fecha límite para la entrega es el penúltimo día de clase. Excepcionalmente, y previa comunicación al profesor, se podrá entregar el trabajo hasta el día del examen del segundo semestre<sup>4</sup>. Los trabajos seleccionados por el profesor se expondrán en clase durante un tiempo máximo de 15 minutos<sup>5</sup>.

---

<sup>3</sup>En el curso 2019-20 se entregará un documento pdf, sea cual sea el método utilizado para redactarlo.

<sup>4</sup>En el curso 2019-20 se aplica dicha excepción en general.

<sup>5</sup>En el curso 2019-20 no se expondrán.