



POLITÉCNICA

CAMPUS
DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas
de Telecomunicación

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

595000029 - Sistemas de control

PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos	1
2. Profesorado	1
3. Conocimientos previos recomendados	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje	2
5. Descripción de la asignatura y temario	4
6. Cronograma	5
7. Actividades y criterios de evaluación	9
8. Recursos didácticos	13
9. Otra información	14

1. Datos descriptivos

1.1 Datos de la asignatura

Nombre de la Asignatura	595000029 - Sistemas de control
Nº de Créditos	6 ECTS
Carácter	595000029
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones
Centro en el que se imparte	Escuela Tecnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicacion
Curso Académico	2017-18

2. Profesorado

2.1 Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías*
Angel Manuel Groba Gonzalez (Coordinador/a)	A4214	angelmanuel.groba@upm.es	- -
Agustin Rodriguez Herrero	A4214	agustin.rodriguez@upm.es	- -

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Señales y sistemas
- Electronica analogica I
- Procesado digital de la señal
- Electronica I

3.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE EC03 - Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.

CE EC04 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CE EC06 - Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control.

CG 03 - Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA225 - Manejar la función de transferencia en el dominio de Laplace y en el dominio Z como medio para modelar sistemas de control continuos y discretos, respectivamente

RA224 - Obtener, mediante métodos analíticos y experimentales, modelos matemáticos de los procesos físicos a controlar

RA226 - Calcular la precisión de un sistema de control realimentado a partir del concepto de error en régimen permanente

RA230 - Entender las propiedades fundamentales de las acciones de control PID, incluyendo sus limitaciones prácticas

RA233 - Utilizar herramientas CASE como apoyo al análisis y diseño de sistemas de control

RA223 - Manejar los diagramas de bloques/funciones de transferencia como medio de representación gráfica/analítica de sistemas de control continuos y discretos

RA232 - Utilizar sistemas electrónicos para la realización de sistemas de control

RA231 - Ajustar los parámetros de un controlador PID para alcanzar unas determinadas especificaciones de comportamiento temporal en un sistema de control

RA227 - Caracterizar cualitativa y cuantitativamente el comportamiento temporal de un sistema de control a partir de su función de transferencia

RA228 - Utilizar (trazar e interpretar) el lugar de raíces de un sistema de control realimentado como medio de relacionar la ganancia de realimentación con su comportamiento temporal

RA229 - Calcular la función de transferencia del controlador que sería necesario aplicar en un sistema de control para alcanzar unas determinadas especificaciones de comportamiento temporal

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1 Descripción de la asignatura

Sistemas de Control es una asignatura de tercer curso situada en el quinto semestre, específica para la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones impartida en la ETSIST. En ella el estudiante toma contacto con los sistemas electrónicos de control, como aplicación práctica de la teoría de sistemas, ejemplificando en sistemas de control o circuitos electrónicos realimentados relacionados con las telecomunicaciones.

5.2 Temario de la asignatura

1. Fundamentos de los sistemas de control
 - 1.1. Señales, secuencias y sistemas
 - 1.2. Sistemas de control
 - 1.3. Modelado de un sistema
 - 1.4. Análisis y diseño de un sistema de control
2. Análisis temporal de los Sistemas de control
 - 2.1. Constantes de ganancia y de error
 - 2.2. Error en régimen permanente
 - 2.3. Respuesta de un sistema con polos reales dominantes
 - 2.4. Respuesta de un sistema con polos complejos conjugados dominantes
3. Análisis de sistemas de control mediante el lugar de las raíces (LDR)
 - 3.1. Concepto del LDR
 - 3.2. Construcción del LDR
 - 3.3. Interpretación del LDR
4. Diseño de controladores
 - 4.1. Método directo
 - 4.2. Regulación PID
 - 4.3. Diseño de un controlador

6. Cronograma

6.1 Cronograma de la asignatura*

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades de Evaluación
1	<p>Presentación de la asignatura (SS.CC., SS.DD., muestreo y reconstrucción, entradas de prueba) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Introducción a Matlab y Repaso a los SS.LL. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Concepto de control de procesos continuos o discretos. Diagramas de bloques, notación y nomenclatura. Control en lazo abierto y en lazo cerrado. Perturbaciones en un sistema de control Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>Modelo de sistemas, función de transferencia con Matlab. Identificación y simulación de sistemas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios sobre modelo de sistemas Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Práctica 1: Simulación de sistemas con Simulink Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica 1: Simulación de sistemas con Simulink EP: Técnica del tipo Examen de PrácticasEvaluación continua Duración: 01:00</p>
3	<p>Sistemas de control híbridos. Equivalente discreto de un sistema continuo Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios sobre el equivalente discreto Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Práctica 2: Identificación de una planta Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica 2: Identificación de una planta EP: Técnica del tipo Examen de PrácticasEvaluación continua Duración: 01:00</p>
4	<p>Introducción al análisis y diseño de sistemas de control Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Definición: régimen permanente (RP), error en RP, ganancia significativa y Tipo de un sistema. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Práctica 3: Simulación de sistemas con Matlab Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Práctica 3: Simulación de sistemas con Matlab EP: Técnica del tipo Examen de PrácticasEvaluación continua Duración: 01:00</p>

5	<p>Definición de las constantes de error de los sistemas de control y su relación con las ganancias Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios sobre las constantes de ganancia y de error de sistemas definidos por su función de transferencia, continuos y discretos. Ejercicios sobre el error en RP utilizando como dato la función de transferencia de la cadena abierta Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios Evaluables del Tema 1 TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 01:00</p>
6	<p>Definición del régimen transitorio. Tipos de la respuesta temporal. Sistemas sobreamortiguados: Definición de polos dominantes. Caracterización de la respuesta. Retardo entrada-respuesta. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Practica 4: Análisis de SS.CC. en régimen permanente Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Practica 4: Análisis de SS.CC. en régimen permanente EP: Técnica del tipo Examen de PrácticasEvaluación continua Duración: 01:00</p> <p>Cuestionario 1 (Tema 1) ET: Técnica del tipo Prueba TelemáticaEvaluación continua Duración: 01:00</p>
7	<p>Ejercicios de simplificación de funciones de transferencia de sistemas sobreamortiguados Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Relación cualitativa polo-respuesta de un sistema sobreamortiguado. Definición de los sistemas críticamente amortiguados y subamortiguados. Polos dominantes en sistemas subamortiguados. Retardos en Z. Tiempo de establecimiento Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Ejercicios evaluables del tema 2 TG: Técnica del tipo Trabajo en GrupoEvaluación continua Duración: 01:00</p>
8	<p>Caracterización de la respuesta transitoria de un sistema subamortiguado. Relación cualitativa polo-respuesta de un sistema subamortiguado Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios de simplificación de funciones de transferencia de sistemas subamortiguados. Ejercicios sobre la respuesta temporal de sistemas subamortiguados Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Condiciones modular y angular. Construcción del LDR. Interpretación del LDR Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

9	<p>Ejercicios de cálculo de la ganancia sabiendo que un punto pertenece al LDR.</p> <p>Ejercicios para el cálculo de las raíces de la ecuación característica conociendo la ganancia. Ejercicios sobre el trazado descriptivo del LDR</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 5: Análisis de sistemas de control en régimen transitorio</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Practica 5: Análisis de sistemas de control en régimen transitorio</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>Cuestionario 2 (Tema 2)</p> <p>ET: Técnica del tipo Prueba Telemática</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 01:00</p>
10	<p>Descripción de la influencia sobre el lugar de las raíces cuando se añade un polo y/o cero en diferentes posiciones</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios de construcción e interpretación del LDR</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Practica 6: Análisis de un sistema de control mediante el lugar de las raíces</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Practica 6: Análisis de un sistema de control mediante el lugar de las raíces</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 01:00</p>
11	<p>Introducción al diseño directo de controladores. Diseño directo de controladores discretos: condiciones de aplicabilidad y obtención del modelo</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Ejercicios de aplicación de diseño directo de controladores</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios evaluables de los temas 2 y 3</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 01:00</p>
12	<p>Definición de las acciones de control PID</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Proyecto final de asignatura. Primera sesión presencial</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
13	<p>Sintonización de PIDs mediante el lugar de raíces.</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Saturación y antiwindup</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>Proyecto final de asignatura. Segunda sesión presencial</p> <p>Duración: 02:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
14	<p>Resolución de exámenes pasados</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Ejercicios evaluables del Tema 4</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>Proyecto final de asignatura. Tercera sesión presencial. Examen</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Duración: 01:00</p> <p>Proyecto final de asignatura. Tercera sesión presencial. Examen</p> <p>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Duración: 01:00</p>

15				
16				
17				Examen global EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación continua Duración: 02:00 Examen de laboratorio EP: Técnica del tipo Examen de PrácticasEvaluación sólo prueba final Duración: 02:00 Examen global EX: Técnica del tipo Examen EscritoEvaluación sólo prueba final Duración: 02:00

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1 Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
2	Práctica 1: Simulación de sistemas con Simulink	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	3%	/ 10	CE EC06 CG 04
3	Práctica 2: Identificación de una planta	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	3%	/ 10	CE EC04 CG 04
4	Práctica 3: Simulación de sistemas con Matlab	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	3%	/ 10	CE EC06 CG 04
5	Ejercicios Evaluables del Tema 1	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	7%	/ 10	CE EC04 CE EC06 CG 04
6	Practica 4: Análisis de SS.CC. en régimen permanente	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	4%	/ 10	CE EC06 CG 04
6	Cuestionario 1 (Tema 1)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	5%	/ 10	CE EC06 CG 04
7	Ejercicios evaluables del tema 2	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	7%	/ 10	CE EC06 CG 04
9	Practica 5: Análisis de sistemas de control en régimen transitorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	4%	/ 10	CE EC06 CG 04

9	Cuestionario 2 (Tema 2)	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	01:00	5%	/ 10	CE EC06 CG 04
10	Practica 6: Análisis de un sistema de control mediante el lugar de las raíces	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	4%	/ 10	CE EC06 CG 04
11	Ejercicios evaluables de los temas 2 y 3	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	8%	/ 10	CE EC06 CG 04
14	Ejercicios evaluables del Tema 4	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	01:00	8%	/ 10	CE EC06 CG 04
14	Proyecto final de asignatura. Tercera sesión presencial. Examen	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	9%	3.33 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC06 CG 03 CG 04
17	Examen global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3.33 / 10	CE EC04 CE EC06 CG 04

7.1.2 Evaluación sólo prueba final

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
14	Proyecto final de asignatura. Tercera sesión presencial. Examen	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	30%	5 / 10	CE EC03 CE EC04 CE EC06 CG 03 CG 04
17	Examen de laboratorio	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	5 / 10	CE EC06 CG 04
17	Examen global	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CE EC04 CE EC06 CG 04

7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2 Criterios de Evaluación

De acuerdo con la normativa de la Universidad Politécnica de Madrid, el alumno podrá elegir entre dos sistemas de evaluación, excluyentes y definitivos durante el curso:

- Sistema de evaluación continua: es el sistema por defecto.
- Sistema de evaluación mediante una prueba final: los alumnos que elijan este sistema deberán presentar, durante las tres primeras semanas de clase, una solicitud por escrito al coordinador de la asignatura indicando la elección de este sistema. En este sistema no se realizará ninguna prueba de evaluación continua, únicamente se realizarán unas actividades de evaluación final que reflejarán una complejidad y extensión similares a las del conjunto de pruebas realizadas en el sistema de evaluación continua.

SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA:

La nota de la asignatura se obtiene a partir de actividades distribuidas a lo largo del semestre:

- Cuestionarios: realización individual de test en la plataforma Moodle.
- Ejercicios evaluables: con la preparación previa no presencial y en grupo de ejercicios, se realizará una prueba en el aula que consistirá en la resolución *in situ* de un ejercicio de características muy similares, recogiendo sólo una entrega por grupo elegida al azar. La calificación es común para todos los miembros del grupo.
- Prácticas de laboratorio: evaluación de la actuación en el aula y de la capacidad de reflexión de la pareja de trabajo.
- Proyecto final de asignatura (PFA): evaluación de la actuación y reflexión así como de la capacidad de la pareja de trabajo para resolver un supuesto práctico de diseño de un sistema de control, que abarca las fases de documentación, comprensión, análisis, síntesis e implementación. Aunque el proyecto se desarrolle por parejas, su defensa y evaluación será individual, prestándose además atención a la capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante la memoria del PFA.
- Examen global: resolución individual en el aula de cuestiones y ejercicios de todos los temas. Se facilitará junto con el cuadernillo del examen un formulario que contiene las ecuaciones más relevantes de la asignatura.

SISTEMA DE EVALUACIÓN MEDIANTE UNA PRUEBA FINAL:

Consta de:

- Examen global de teoría: como el examen global de la evaluación continua.
- Proyecto final de asignatura en laboratorio: como el que realizan los alumnos acogidos a la modalidad de evaluación continua.
- Examen de laboratorio: evalúa en un examen a realizar en el laboratorio las destrezas correspondientes a las prácticas de laboratorio de la modalidad de evaluación continua.

SISTEMA DE EVALUACIÓN EXTRAORDINARIA:

Abarca únicamente dos actividades de evaluación: un proyecto final de asignatura en laboratorio (PFA) y un examen global de teoría. Para aprobar la asignatura, los estudiantes deberán presentarse a la o las actividades de evaluación que no hayan aprobado (nota igual o superior al 50%) en la convocatoria ordinaria, si bien pueden presentarse voluntariamente a cualquiera de las dos para mejorar su calificación previa. La calificación en la convocatoria extraordinaria se obtendrá como la mejor de las siguientes:

- Media entre las calificaciones del PFA y el examen global obtenidas, al menos una de ellas, en la convocatoria extraordinaria y con un umbral mínimo en ambas del 50% (ésta es la única opción para alumnos de sólo una prueba final en la convocatoria ordinaria).
- Resultado de aplicar los pesos y umbrales de la evaluación continua a las calificaciones obtenidas en las actividades de evaluación extraordinaria y en el resto de pruebas de evaluación continua de la convocatoria ordinaria.

EVALUACIÓN PARA UN ALUMNO DE 2ª MATRÍCULA Y SUCESIVAS:

Para un alumno que no curse la asignatura por primera vez deberá repetir todas las actividades de evaluación, a excepción de las de laboratorio si ha conseguido al menos el 50% de su valor total y con la condición de que haya superado también el Proyecto Fin de Asignatura (PFA) al menos en un 50%. Si ha superado el conjunto de las

prácticas o el examen de laboratorio con al menos un 50% pero no el PFA, el alumno tiene que evaluarse nuevamente del PFA y en cualquier otro caso reevaluarse de todo el laboratorio. Las calificaciones de las actividades que no necesite repetir serán las obtenidas cuando las cursó. No obstante, el alumno puede optar por repetir estas actividades de nuevo con la intención de mejorar su calificación.

8. Recursos didácticos

8.1 Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
S.Gomáriz, D.Biel, J.Matas y M.Reyes. Teoría de Control. Diseño Electrónico (2º edición). Ediciones UPC, 2000	Bibliografía	
B. C. Kuo. Automatic Control System (9ª edición). John Wiley & Sons Ltd, 2009	Bibliografía	
K. Ogata. Modern Control Engineering (5ª edición). Prentice Hall, 2010	Bibliografía	
K. Ogata. Discrete-Time Control Systems (2ª edición). Prentice-Hall, 1995	Bibliografía	
Several Authors. The Control Handbook (1ª edición). IEEE Press & CRC Press, 1996	Bibliografía	

Diapositivas de los temas expuestos en el aula	Recursos web	
Ejercicios presenciales y no presenciales	Recursos web	
Prácticas dirigidas no presenciales	Recursos web	
Guiones de las prácticas de laboratorio	Recursos web	
Cuestionarios de evaluación on-line	Recursos web	
Fuente de alimentación	Equipamiento	
Ordenador personal	Equipamiento	
Tarjetas de adquisición de datos	Equipamiento	
Plantas reales para su modelado y control	Equipamiento	
Software de simulación y control	Equipamiento	

9. Otra información

9.1 Otra información sobre la asignatura

CARGA LECTIVA

Durante las semanas del periodo lectivo en el que se imparte esta asignatura el estudiante tendrá cuatro horas de trabajo presencial y otras 4 estimadas de trabajo no presencial. Estas semanas se complementan con dos semanas finales con una carga estimada de 8 horas no presenciales. El trabajo no presencial se realizará individualmente, en pareja o en grupo, dependiendo de la actividad y en modalidades como estudio y ejercicios libres; ejercicios y prácticas dirigidos; cuestionarios de autoevaluación; preparación y reflexión en pareja sobre prácticas de laboratorio; preparación en grupo de ejercicios evaluables.

