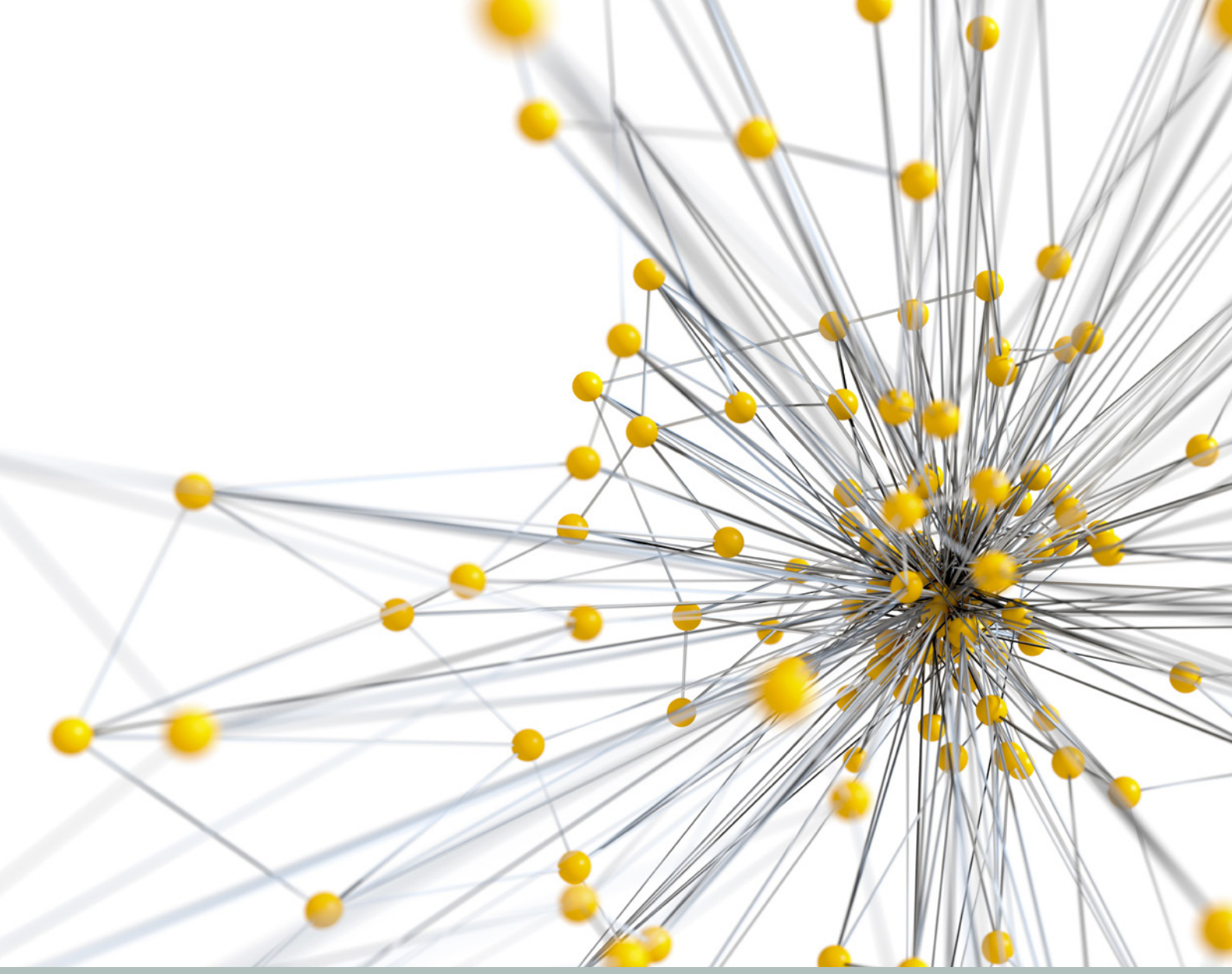
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

I³CE

Memòries del Programa de Xarxes-I³CE de qualitat, innovació i investigació en docència universitària. Convocatòria 2016-2017

Rosabel Roig-Vila (Coord.)
Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades (Eds.)



Memorias del Programa de Redes-I³CE de calidad, innovación e investigación en docencia universitaria. Convocatoria 2016-17

ISBN: 978-84-697-6536-4

UA UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
ICE Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación

Memorias del Programa de Redes-I³CE
De calidad, innovación e investigación en docencia universitaria.
Convocatoria 2016-17

Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres &
Neus Pellín Buades (Eds.)

UA UNIVERSITAT D'ALACANT
UNIVERSIDAD DE ALICANTE
ICE Institut de Ciències de l'Educació
Instituto de Ciencias de la Educación

2017

Memòries de les xarxes d'investigació en docència universitària pertanyent al ProgramaXarxes-I^{3}CE d'Investigació en docència universitària del curs 2016-17 / *Memorias de las redes de investigación en docencia universatira que pertence al Programa Redes -I3CE de investigación en docencia universitaria del curso 2016-17.*

Organització: Institut de Ciències de l'Educació (Vicerectorat de Qualitat i Innovació Educativa) de la Universitat d'Alacant/ *Organización: Instituto de Ciencias de la Educación (Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa) de la Universidad de Alicante*

Edició / *Edición*: Rosabel Roig-Vila (Coord.), Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades (Eds.)

Comité tècnic / *Comité técnico:*
Neus Pellín Buades

Revisió i maquetació: ICE de la Universitat d'Alacant/ *Revisión y maquetación: ICE de la Universidad de Alicante*
Primera edició: / *Primera edición:*
© De l'edició/ *De la edición*: Rosabel Roig-Vila , Jordi M. Antolí Martínez, Asunción Lledó Carreres & Neus Pellín Buades.
© Del text: les autores i autors / *Del texto: las autoras y autores*
© D'aquesta edició: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *De esta edición: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*
ice@ua.es
ISBN: 978-84-697-6536-4

Qualsevol forma de reproducció, distribució, comunicació pública o transformació d'aquesta obra només pot ser realitzada amb l'autorització dels seus titulars, llevat de les excepcions previstes per la llei. Adreceu-vos a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necessiteu fotocopiar o escanejar algun fragment d'aquesta obra. / *Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación* pública o *transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.*

Producció: Institut de Ciències de l'Educació (ICE) de la Universitat d'Alacant / *Producción: Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante*

EDITORIAL: Les opinions i continguts de les memòries publicades en aquesta obra són de responsabilitat exclusiva dels autors. / *Las opiniones y contenidos de las memorias publicadas en esta obra son de responsabilidad exclusiva de los autores.*

3692_Las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Lineal en los Grados en Matemáticas y Física de la Universidad de Alicante

Alonso González, C.[1], Climent Coloma, J. J[1]., Fajardo Gómez, M.D.[1], Rodríguez Álvarez, M.[1], Soler Escrivà, X.[1]

[1]*Departamento de Matemáticas*
Facultad de Ciencias
Universidad de Alicante

RESUMEN

Esta red de investigación en docencia es una continuación natural de la Red 3577 constituida en el curso académico 2015-2016 y cuyo objetivo principal era analizar el desarrollo de las asignaturas Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Geometría Lineal en el Grado en Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante. Durante este curso académico 2016-2017 también ha comenzado su andadura en la Universidad de Alicante el Grado en Física. Aunque este grado es aún muy joven, ya que se encuentra en el primer año de implantación, comparte bastantes asignaturas y contenidos con el Grado en Matemáticas, especialmente en los dos primeros cursos. En particular, estos dos grados comparten las asignaturas de Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Geometría Lineal, que son las que nos ocupan en esta red. Procede pues, seguir con el análisis iniciado en la red 3577 en el que se abordaron los contenidos y estructura de la asignatura Álgebra Lineal I, extendiendo este análisis a las asignaturas Álgebra Lineal II y Geometría Lineal buscando la armonía en el desarrollo de las tres. Para ello, las miraremos de manera independiente al tiempo que también pensaremos en ellas como un único bloque perfectamente distribuido e interrelacionado.

Palabras clave: Grados en Matemáticas y Física, Guías docentes, Contenidos, Álgebra Lineal, Geometría Lineal.

1. INTRODUCCIÓN

El Grado en Matemáticas de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante comenzó a impartirse en el curso 2010-2011. En este momento tenemos ya cuatro promociones de estudiantes que han finalizado tales estudios y continuamos haciendo balance de muchos aspectos relacionados con los mismos. El Programa de Investigación Docente (Redes) que coordina el Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la Universidad de Alicante tiene como misión contribuir tanto a la mejora de la calidad docente como a la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

Dentro del programa Redes se inserta nuestra red: *Las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Lineal en los Grados en Matemáticas y Física de la Universidad de Alicante* y que es una continuación natural de la red 3577 vigente en el curso académico anterior. El objetivo, una vez más, es el de analizar el desarrollo, contenidos y estructura de estas tres asignaturas, tan estrechamente interrelacionadas, para poder detectar posibles lagunas, solapamientos y deficiencias y proceder, de manera coordinada, a efectuar los cambios pertinentes que redunden en una mejora de la docencia en tales asignaturas. Recordemos que estas asignaturas no han sido diseñadas por un único profesor

que se ocupe de todas, sino que distintos profesores han participado en la elaboración de las guías docentes y en la impartición de las mismas. Por esta razón, consideramos que resulta pertinente revisar de manera conjunta los contenidos para evitar solapamientos y, si procede, replantear alguno de los temas de manera que se puedan optimizar tanto los tiempos como los desarrollos teórico-prácticos de las tres asignaturas revisadas. La red está coordinada por la responsable de la asignatura Geometría lineal hasta el curso 2014-2015 y constituida por los profesores que imparten las asignaturas Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Geometría Lineal en los Grados en Matemáticas y Física de la Universidad de Alicante. El propósito es, como en la red 3577, detectar posibles lagunas, repeticiones o deficiencias y así contribuir a la mejora de la docencia en estas asignaturas a partir de propuestas concretas [9].

En este curso académico no partimos de cero en nuestro análisis ya que, como fruto del trabajo desarrollado en la red previa 3577, se han efectuado algunas modificaciones en la asignatura que se imparten en primero: Álgebra Lineal I y Álgebra Lineal II. Procede pues, analizar también esos cambios introducidos y su acoplamiento. Faltaría remodelar la asignatura de segundo, Geometría Lineal, según los cambios efectuados en las de primero.

A lo largo de todo este cuatrimestre, nuestro trabajo en el seno de esta Red ha consistido en reflexionar y discutir distintas opciones sobre contenidos y distribución y hacer propuestas de mejora. Todo ello se halla reflejado en el apartado de Resultados esta memoria. A pesar de que en nuestro estudio hemos considerado las necesidades especiales del Grado de Física, hemos centrado nuestros esfuerzos y la mejora de las asignaturas del Grado de Matemáticas a sabiendas de que todas estas mejoras repercutirán positivamente en el diseño de las asignaturas del anterior. Por esta razón, y dado que en el próximo curso académico 2017-2018 se impartirá por primera vez la asignatura de Geometría Lineal en el Grado de Física, consideramos que este proyecto no se cierra aquí. Quedarían pendientes dos aspectos importantes:

- Afinar completamente el acoplamiento de la Geometría Lineal después de los cambios realizados en las asignaturas de Álgebra Lineal.
- Hacer una adaptación de las mismas dirigida específicamente a los estudiantes de Física.

2. MÉTODO

Los componentes de la red docente *Las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Lineal en los Grados en Matemáticas y Física de la Universidad de Alicante* que ha desarrollado este trabajo de investigación son profesores que imparten (o han impartido) total o parcialmente las asignaturas Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Geometría Lineal en el Grado en Matemáticas o en Grado en Física. En el caso particular de la Geometría Lineal del Grado en Matemáticas, participan en este proyecto, por un lado, la responsable actual y, por otro, la de los cursos 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015 que actúa como coordinadora de la red y que vuelve a retomar la docencia de la asignatura en el próximo curso académico 2017-2018. Todos los profesores involucrados en este trabajo pertenecen al Departamento de Matemáticas de la Facultad de Ciencias (departamento responsable de todas las asignaturas monitorizadas en esta red). A continuación, detallamos más precisamente la constitución de la red:

Tabla 1. Miembros de la red

Miembro de la red	Departamento	Asignatura
Alonso González, Clementa	Matemáticas	Geometría Lineal (Matemáticas) Coordinadora de la red
Fajardo Gómez, María Dolores	Matemáticas	Álgebra Lineal I (Física)
Rodríguez Álvarez, Margarita	Matemáticas	Álgebra Lineal I Geometría Lineal (Matemáticas) Álgebra Lineal II (Física) Coordinadora de tercer semestre
Soler Escrivà, Xaro	Matemáticas	Álgebra Lineal II (Matemáticas)
Climent Coloma, Joan Josep	Matemáticas	Álgebra Lineal II (Matemáticas)

Recordemos que, los Grados en Matemáticas y en Física, al igual que todos los títulos adscritos a la Facultad de Ciencias, están sujetos a un seguimiento que se lleva a cabo conjuntamente por las comisiones de semestre y por la comisión de Grado en Matemáticas (ver punto 5.2 de las memorias de grado de todos los títulos adscritos a la Facultad de Ciencias):

- Comisiones de semestre: están constituidas por un profesor representante de cada asignatura y por los delegados de curso. Se reúnen al menos dos veces por semestre.
- Comisión de grado: integrada por los coordinadores de semestre, los delegados de curso y representantes de departamentos que no tienen coordinadores de semestre y que se reúnen al menos una vez en cada semestre.

La Comisión de grado, junto con las comisiones de semestre, constituye la estructura básica necesaria para la coordinación del título.

No obstante, cómo ya precisábamos en la red 3577, se hace necesario tener en cuenta que tanto en el plan de estudios del Grado en Matemáticas como en el del Grado en Física aparecen asignaturas situadas en diferentes semestres pero que están fuertemente interrelacionadas entre sí siendo, por decirlo de alguna manera, algunas asignaturas una continuación de las otras. Es natural que el desarrollo de las que se imparten primero influya mucho en el desarrollo de las segundas. Por esta razón resulta tan deseable una coordinación muy estrecha entre los profesores responsables de las mismas que evite desconexiones.

En nuestro trabajo de investigación previo [9] ya mencionamos que, como mecanismo de mejora en el desarrollo de los títulos de grado, también se utilizan las encuestas de semestre. Cada encuesta consta de 20 preguntas (puede consultarse en [5]) y se realiza al final de cada semestre. Las 20 preguntas para cada una de las asignaturas se agrupan en cuatro bloques:

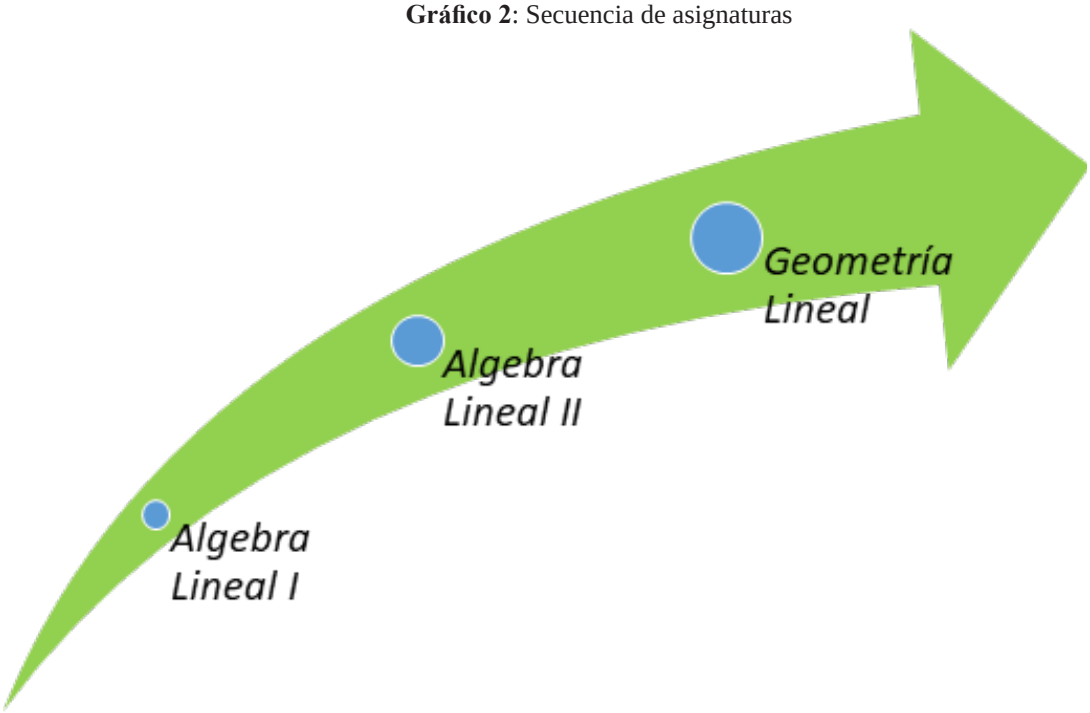
- Organización, planificación y desarrollo docente.
- Aspectos relacionados con el profesorado.
- Sistema de evaluación.
- Implicación estudiante y opinión global.

Esta herramienta permite recoger cierta información a partir de la percepción de los estudiantes sobre si se han producido desfases entre contenidos, es decir, si en el desarrollo de una asignatura hubieran faltado contenidos más ligados a otra impartida previamente. Estos comentarios y sugerencias pueden llegar al profesor correspondiente que puede tenerlos en cuenta.

Sin embargo, no existe ninguna estructura oficial que se ocupe del control de la coordinación entre semestres de manera específica por lo que el programa de Redes docentes del ICE representa el escenario idóneo para el encuentro, diálogo, discusión y puesta en común de aspectos relacionados con asignaturas fuertemente ligadas entre sí, pero situadas a distintos niveles del grado, todo ello involucrando a alumnos (en la red 3577 así lo hicimos) y fundamentalmente a profesores, lo que puede contribuir a subsanar de manera efectiva las deficiencias que pudieran aparecer.

Las asignaturas de las que nos seguimos ocupando en esta red son: Álgebra Lineal I, Álgebra Lineal II y Geometría Lineal. El orden en el que deben ser impartidas tanto en el Grado en Matemáticas como en el Grado en Física es el siguiente:

Gráfico 2: Secuencia de asignaturas



Las dos primeras forman parte de las asignaturas de primer curso del grado. El Álgebra Lineal I pertenece al bloque de formación básica y está situada en el primer semestre. Por otro lado, el Álgebra Lineal II también es una asignatura de primer curso situada en el segundo semestre dentro del bloque de asignaturas obligatorias. La Geometría Lineal se cursa en el segundo curso del grado durante el tercer semestre y pertenece al bloque de asignaturas obligatorias [1].

Tabla 3: Asignaturas de primero en Matemáticas

PRIMER CURSO

FORMACIÓN BÁSICA — 54 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
1	BÁSICA	6	26200 - FÍSICA I
1	BÁSICA	6	26201 - FÍSICA II
1	BÁSICA	6	26203 - ANÁLISIS DE UNA VARIABLE REAL I
1	BÁSICA	6	26204 - ANÁLISIS DE UNA VARIABLE REAL II
1	BÁSICA	6	26205 - ÁLGEBRA LINEAL I
1	BÁSICA	6	26206 - QUÍMICA
1	BÁSICA	6	26217 - FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN
1	BÁSICA	6	26218 - INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE MATEMÁTICO Y A LA EXPERIMENTACIÓN EN FÍSICA
1	BÁSICA	6	26219 - MÉTODOS NUMÉRICOS Y COMPUTACIÓN

OBLIGATORIAS — 6 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
1	OBLIGATORIA	6	26225 - ÁLGEBRA LINEAL II

Tabla 4: Asignaturas de primero en Física

PRIMER CURSO

FORMACIÓN BÁSICA — 54 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
1	BÁSICA	6	26200 - FÍSICA I
1	BÁSICA	6	26201 - FÍSICA II
1	BÁSICA	6	26203 - ANÁLISIS DE UNA VARIABLE REAL I
1	BÁSICA	6	26204 - ANÁLISIS DE UNA VARIABLE REAL II
1	BÁSICA	6	26205 - ÁLGEBRA LINEAL I
1	BÁSICA	6	26206 - QUÍMICA
1	BÁSICA	6	26217 - FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN
1	BÁSICA	6	26218 - INTRODUCCIÓN AL LENGUAJE MATEMÁTICO Y A LA EXPERIMENTACIÓN EN FÍSICA
1	BÁSICA	6	26219 - MÉTODOS NUMÉRICOS Y COMPUTACIÓN

OBLIGATORIAS — 6 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
1	OBLIGATORIA	6	26225 - ÁLGEBRA LINEAL II

Tabla 5: Asignaturas de segundo en Matemáticas

SEGUNDO CURSO

FORMACIÓN BÁSICA — 12 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
2	BÁSICA	6	25020 - ALGORITMIA
2	BÁSICA	6	25026 - PROBABILIDAD

OBLIGATORIAS — 48 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
2	OBLIGATORIA	6	25021 - ANÁLISIS REAL DE VARIAS VARIABLES I
2	OBLIGATORIA	6	25022 - TOPOLOGÍA BÁSICA
2	OBLIGATORIA	6	25023 - GEOMETRÍA LINEAL
2	OBLIGATORIA	6	25024 - MÉTODOS ANALÍTICOS PARA EDO
2	OBLIGATORIA	6	25025 - CÁLCULO NUMÉRICO I
2	OBLIGATORIA	6	25027 - PROGRAMACIÓN LINEAL
2	OBLIGATORIA	6	25028 - ANÁLISIS REAL DE VARIAS VARIABLES II
2	OBLIGATORIA	6	25029 - CURVAS Y SUPERFICIES

Tabla 6: Asignaturas de segundo en Física

SEGUNDO CURSO

FORMACIÓN BÁSICA — 6 créditos

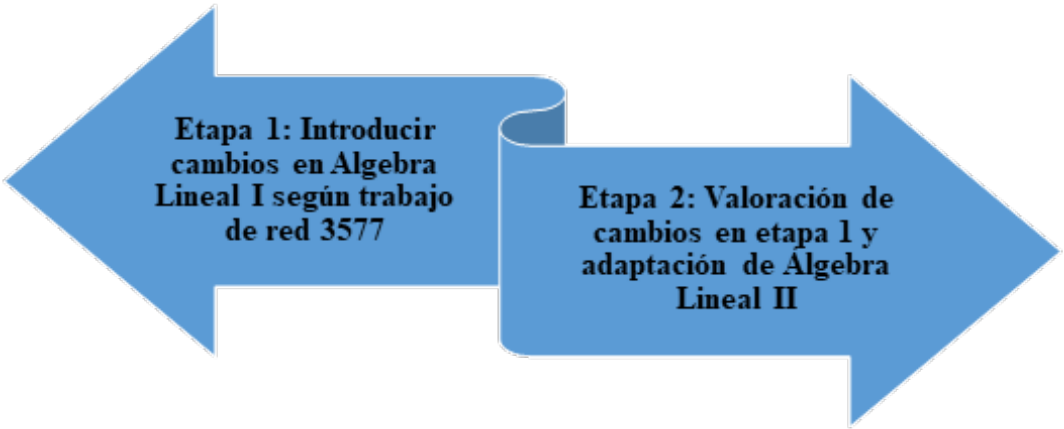
Curso	Título	Créditos	Asignatura
2	BÁSICA	6	26202 - TERMODINÁMICA

OBLIGATORIAS — 54 créditos

Curso	Título	Créditos	Asignatura
2	OBLIGATORIA	6	26220 - ANÁLISIS REAL DE VARIAS VARIABLES I
2	OBLIGATORIA	6	26221 - ANÁLISIS REAL DE VARIAS VARIABLES II
2	OBLIGATORIA	6	26222 - MÉTODOS ANALÍTICOS PARA EDO
2	OBLIGATORIA	6	26223 - ANÁLISIS FUNCIONAL
2	OBLIGATORIA	6	26226 - GEOMETRÍA LINEAL
2	OBLIGATORIA	6	26227 - MECÁNICA CLÁSICA I
2	OBLIGATORIA	6	26228 - MECÁNICA CLÁSICA II
2	OBLIGATORIA	6	26232 - ELECTROMAGNETISMO I
2	OBLIGATORIA	6	26240 - TÉCNICAS EXPERIMENTALES I

Tal y como hicimos en la red 3577 del curso académico anterior, para la realización de nuestro trabajo de investigación, hemos procedido en cuatro etapas que describimos a continuación:

Gráfico 7: Primeras fases de trabajo de la red



ETAPA 1: Dado que, como resultado de nuestro trabajo en la red 3577, se llegó a la conclusión de que era necesario introducir ciertas modificaciones en el programa de la de las asignaturas Álgebra Lineal I, en este curso 2016-2017, se han intentado implantar dichos cambios de manera efectiva y de manera coordinada en el Grado en Matemáticas. La asignatura correspondiente en el Grado de Física ha seguido, en principio, el programa diseñado originalmente. Los contenidos de las tres asignaturas objeto de este trabajo de investigación están recogidos en las guías docentes de las mismas [2, 3,4].

ÁLGEBRA LINEAL I: Se trata de una asignatura básica con una importante repercusión en el desarrollo de asignaturas posteriores tanto en el Grado en Matemáticas como en el Grado en Física. El objetivo es que el alumno que supera esta asignatura adquiera cierta capacidad de abstracción y de formalización de las ideas matemáticas, así como el conocimiento de conceptos y herramientas de amplia utilización en diferentes ramas de la ciencia [2]. Tras los cambios introducidos, el programa de asignatura durante el curso 2016-2017 habría quedado distribuido de la siguiente forma:

TEMA 1: **NÚMEROS COMPLEJOS**

1. Introducción.
2. Los números complejos. Operaciones.
3. Formas trigonométrica y exponencial.

TEMA 2: ESPACIOS VECTORIALES

1. Introducción
2. Espacio vectorial. Propiedades.
3. Subespacios vectoriales.
4. Envoltura lineal.
5. Independencia lineal.
6. Base de un espacio vectorial.
7. Suma de subespacios vectoriales.
8. Suma directa de subespacios vectoriales.

TEMA 3: MATRICES, DETERMINANTES Y SISTEMAS

1. Concepto de matriz. Operaciones con matrices.
2. Determinantes y sus propiedades.
3. Matriz inversa.

4. Rango de una matriz.

TEMA 4: APLICACIONES LINEALES

1. Aplicaciones lineales. Propiedades.
2. Imagen y núcleo de una aplicación lineal. Clasificación de las aplicaciones lineales.
3. Operaciones con aplicaciones lineales.
4. Matriz asociada a una aplicación lineal.
5. Rango de una aplicación lineal.
6. Subespacios invariantes de un endomorfismo.

TEMA 5: SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES.

1. Forma matricial de un sistema de ecuaciones lineales.
2. Sistemas equivalentes. Método de eliminación de Gauss. Aplicación al cálculo de matrices inversas.
3. Teoremas de Rouché-Frobenius y de Cramer.

Obsérvese que el tema de *Introducción a las estructuras algebraicas* no aparece en el programa puesto que ha pasado a impartirse en la asignatura de Fundamentos Matemáticos lo cual libera espacio en la asignatura de Álgebra Lineal I para dedicar más tiempo, por ejemplo, a los conceptos de suma directa de espacios vectoriales, subespacios invariantes de endomorfismos y otros conceptos relacionados con las aplicaciones lineales sobre los que se apoyarán temas específicos del Álgebra Lineal II.

ETAPA 2: En esta etapa se ha procedido a la valoración de los cambios efectuados en la etapa previa una vez la primera asignatura se ha impartido de acuerdo con el nuevo programa. Esta valoración se ha hecho gradualmente, primero sobre la propia asignatura Álgebra Lineal I, que se imparte en el primer semestre, y después sobre la adaptación que debe hacerse de acuerdo con estos cambios en Álgebra Lineal II, que se encuentra en el segundo semestre. Al finalizar el curso se ha hecho una valoración global de las remodelaciones en ambas asignaturas. Veamos ahora los contenidos impartidos durante el curso 2016-2017 en la asignatura inmediatamente siguiente, el Álgebra Lineal II:

ÁLGEBRA LINEAL II: Recordemos que esta asignatura se ubica en el módulo Fundamental y dentro de él en la materia Álgebra Lineal y Geometría. Dicha materia incluye además la asignatura *Geometría Lineal*. Los contenidos de esta asignatura amplían los contenidos de Álgebra Lineal I y son básicos para el desarrollo posterior de otras materias del grado. Con esta asignatura se pretende que el alumno adquiera cierta capacidad de abstracción y de formalización de las ideas matemáticas, así como el conocimiento de conceptos y herramientas de amplia utilización en diferentes ramas de la ciencia [3].

Bloque I. Diagonalización y forma de Jordan.

TEMA 1.- Diagonalización por semejanza.

I. Equivalencia y semejanza de matrices.
II. El problema de la diagonalización. Valores y vectores propios.
III. Polinomio característico.
IV. Multiplicidad algebraica y multiplicidad geométrica.
V. Valores y vectores propios de una matriz.
VI. Endomorfismos y matrices diagonalizables.

TEMA 2.- Forma canónica de Jordan.

I. Introducción.
II. Bloques de Jordan y matrices de Jordan.

III. Subespacios propios generalizados. Subespacio máximo.
IV. La base del subespacio máximo.
V. Cálculo de la base del subespacio máximo.
VI. Teorema de existencia de la forma canónica de Jordan.

Bloque II.- Espacios vectoriales euclídeos.

TEMA 3.- Formas bilineales.

I. Definición y propiedades básicas.
II. Matriz asociada a una forma bilineal.
III. Cambio de base.
IV. Formas bilineales simétricas y antisimétricas.

TEMA 4.- Espacios vectoriales euclídeos.

I. Productos escalares.
II. Matriz de Gram. Expresión matricial del producto escalar.
III. Matriz de Gram y cambio de base.
IV. Norma de un vector.
V. Ángulo entre dos vectores. Vectores ortogonales.
VI. Bases ortonormales.
VII. Construcción de bases ortonormales. Método de Gram-Smith.
VIII. Complemento ortogonal.
IX. Proyección ortogonal.

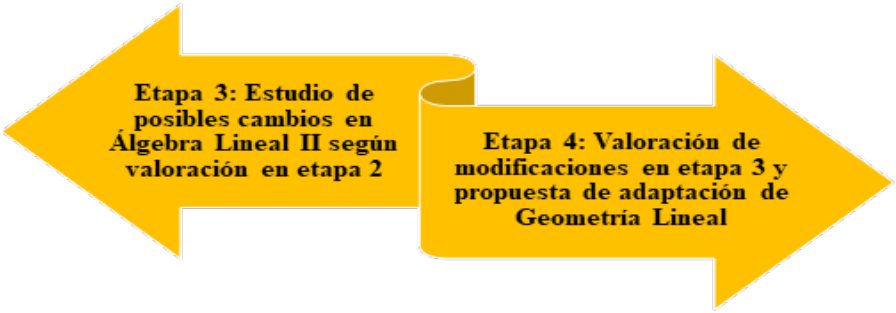
TEMA 5.- Endomorfismos adjuntos.

I. Endomorfismos adjuntos.
II. Endomorfismos simétricos.

TEMA 6.- Formas cuadráticas.

I. Definiciones y propiedades generales.
II. Clasificación de las formas cuadráticas reales. Ley de inercia.

Gráfico 7: **Últimas** fases de trabajo de la red



ETAPA 3: Después de analizar los contenidos de las dos primeras asignaturas, se analizan los

posibles cambios en Álgebra Lineal II. En particular, durante el curso 2016-2017en Álgebra Lineal II se ha introducido un tema de *Endomorfismos autoadjuntos* en el que se explican las *aplicaciones autoadjuntas y las aplicaciones ortogonales* (en los espacios ambiente de dimensión dos y dimensión 3). A cambio se elimina el tema de formas cuadráticas. Este cambio influye muy positivamente en la impartición de la asignatura Geometría Lineal especialmente en el tema de *Clasificación de movimientos* pues toda la parte correspondiente a las aplicaciones ortogonales se ve cubierta en el segundo semestre del curso, es decir, previamente a la impartición de Geometría Lineal.

Recordamos la distribución actual de temas de la dicha asignatura:

GEOMETRIA LINEAL: Esta asignatura generaliza y amplia los conocimientos de geometría plana y del espacio. Utilizaremos para su desarrollo la capacidad deductiva, los resultados sobre espacios vectoriales y las herramientas conjuntistas y algebraicas que proporciona el primer curso del grado en Matemáticas. Esta asignatura ofrece a los alumnos las nociones, resultados y destrezas básicos en el tipo de geometría más popular: la euclídea (y, de un modo general, la geometría afín), que es también la más utilizada en otras asignaturas del grado en Matemáticas, así como en la mayor parte de ramas científicas y técnicas [4].

TEMA1.- ESPACIOS AFINES.

1. Espacios afines. Definición y ejemplos.
2. Variedades afines. Intersección y suma.
3. Sistemas de referencia baricéntricos. Coordenadas baricéntricas.
4. Sistemas de referencia cartesianos. Coordenadas cartesianas.
5. Ecuaciones de una variedad afín.
6. La razón simple. Teoremas clásicos.

TEMA 2.- APLICACIONES AFINES.

1. Aplicaciones afines. Definición y propiedades básicas.
2. Caracterización de las afinidades.
3. Ejemplos relevantes de aplicaciones afines.
4. Ecuaciones de una afinidad.
5. El grupo afín.
6. Variedades invariantes de una afinidad.

TEMA 3.- ESPACIOS AFINES EUCLÍDEOS.

1. Espacios afines euclídeos. Definición y nociones básicas asociadas.
2. Sistemas de referencia euclídeos.
3. Distancia entre variedades afines de un espacio afín euclídeo.

TEMA 4.- MOVIMIENTOS.

1. Movimientos en el espacio afín euclídeo. Caracterización.
2. Ecuaciones de un movimiento.
3. El grupo euclidiano.
4. Forma canónica de un movimiento.
5. Clasificación de movimientos.

TEMA 5.- CÓNICAS Y CUÁDRICAS.

1. Cuádricas en el espacio euclídeo n-dimensinal.
2. Ecuación canónica de una cuádrica.
3. Clasificación de cónicas y cuádricas.

ETAPA 4: En la última reunión de la red se ha hecho balance global de los cambios en Álgebra

Lineal I y Álgebra Lineal II y se han hecho algunas propuestas de cambio para la última de las asignaturas, Geometría Lineal, aprovechando que en las materias de primero se han hecho cambios sustanciales que permiten agilizar el desarrollo de los temas dedicados propiamente a la Geometría Afín si tener que recuperar temas de Álgebra Lineal que no se habían visto previamente.

3. RESULTADOS

Después del trabajo desarrollado desde febrero hasta junio por los miembros de la red, se han extraído las siguientes conclusiones generales acerca de las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Lineal en el Grado en Matemáticas:

- En el trabajo desarrollado en la red 3577 se analizaron en profundidad los contenidos de las asignaturas observando que el tema de aplicaciones ortogonales, necesario para el desarrollo de la clasificación de movimientos en la asignatura de Geometría Lineal, apenas aparecía en las asignaturas de Álgebra Lineal. Este problema ha sido subsanado durante el curso académico 2016-2017 aunque para ello, por cuestiones de tiempo se ha prescindido en Algebra Lineal II del estudio de formas bilineales que, a su vez, son necesarias para el estudio de las formas cuadráticas. De nuevo se plantean varias alternativas para resolver este problema:
    - deespacio al estudio de formas bilineales.
    - Dedicar un anexo previo al estudio de cónicas y cuádricas en la misma asignatura de Geometría Lineal.
- Los alumnos de último curso participantes en la red 3577 realizaron una labor muy importante al revisar las asignaturas que cursaron en primero y en segundo con la mirada de quien ha llegado al final del grado. Gracias a sus aportaciones en este curso académico se han llevado a cabo las siguientes actuaciones:
    - Se ha disminuido el tiempo dedicado a la resolución de problemas en la pizarra por parte de los alumnos ya que los grupos de primero son muy numerosos. Este tiempo se ha dedicado a estudiar contenidos necesarios para el desarrollo de asignaturas posteriores.
    - Se ha pasado por contendidos de Bachillerato de forma más ligera para poder avanzar más en contenidos nuevos. En particular, se ha reducido el tiempo dedicado a los conceptos de sistemas lineales, matrices y determinantes compactando los temas correspondientes de Álgebra Lineal I.
- A partir del análisis de los cambios ya introducidos y de los contenidos necesarios en Geometría Lineal, se propone lo siguiente para el desarrollo de la asignatura en el curso 2017-2018:
    - Ver la clasificación de movimientos en dimensión dos y en dimensión tres puesto que no hay tiempo en Álgebra Lineal II para ver la forma canónica de Jordan real.
    - Aprovechando que las aplicaciones ortogonales y sus aplicaciones ya habrán sido estudiadas previamente en el segundo semestre, introducir el estudio de las formas bilineales previamente al estudio de las cónicas y las cuádricas. En el caso especial del Grado en Física se recomienda especialmente dedicar tiempo a ver diferentes aplicaciones del estudio de estos objetos.

Como resultado global del trabajo de esta red docente y también de la red 3577 del curso 2015-2016, en el próximo curso académico 2017-2018 se acometerá una reestructuración de la asignatura Geometría Lineal basada en el proceso de remodelado que se ha llevado a cabo en las asigna-

turas previas. Hemos trabajado bastante sobre ello, pero faltaría llegar a una conclusión definitiva y global sobre las todas adaptaciones que ya se han llevado a cabo y sobre las que faltan por acometer en Geometría Lineal. Téngase en cuenta que Geometría Lineal se sitúa en el primer cuatrimestre y, durante el curso 2017-2018 su desarrollo ha caminado paralelo al trabajo de esta red. Por ser la última de las asignaturas, en el sentido de introducción de resultados, el mejor momento para proceder a cualquier cambio en su programa, después de las conclusiones que hemos obtenido, sería el primer cuatrimestre del curso 2017-2018 y en ello trabajaremos.

4. CONCLUSIONES

Seguimos observando que los alumnos que concluyen con éxito el Grado en Matemáticas en la Universidad de Alicante adquieren un conocimiento global satisfactorio de los conceptos y herramientas correspondientes a las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Lineal.

A pesar del esfuerzo adicional añadido al de diseñar las asignaturas de un nuevo plan de estudios, lo deseable es que exista una buena coordinación y un diálogo permanente entre los profesores que se encargan de asignaturas muy relacionadas entre sí. Las redes de docencia universitaria organizadas por el ICE son el marco perfecto en el que desarrollar esta tarea de coordinación. Todos los profesores implicados en las asignaturas de las que se ocupa esta red siempre se han involucrado fuertemente con los objetivos de la misma y se han mostrado dispuestos tanto a acometer reformas en los contenidos como a establecer cuantos mecanismos de mejora sean precisos. Esta implicación en el desarrollo de sus asignaturas hace que la línea general de contenidos sea muy consecuente a pesar de que puedan detectarse siempre deficiencias menores que poco a poco se van subsanando. Seguimos pensando en la docencia como una actividad dinámica y en las asignaturas no como cajones cerrados, sino como entes permeables sujetos a cambios e interrelacionados entre sí.

Consideramos, una vez más, que el proceso de revisión que hemos llevado a cabo durante estos meses continúa abierto. Haremos balance del resultado de las mejoras que lleven a cabo durante este próximo curso en el que se intentará llevar las mejoras hasta la última asignatura que cursan los alumnos de las tres que consideramos, la Geometría Lineal. Asimismo, teniendo en cuenta todo el trabajo desarrollado para el Grado en Matemáticas y, considerando las necesidades específicas de los alumnos del Grado en Física, intentaremos acoplar las tres asignaturas análogas correspondientes.

5. TAREAS DESARROLLADAS EN LA RED

A continuación detallamos el trabajo desarrollado por cada miembro de la red:

- Clementa Alonso González: Coordinación y supervisión de la red. Análisis de los contenidos de Geometría Lineal en el Grado en Matemáticas. Recopilación de propuestas y cambios efectuados en todas las asignaturas.
- Margarita Rodríguez Álvarez: Análisis de los contenidos de Álgebra Lineal I en el Grado en Matemáticas y ejecución de los cambios propuestos en el programa de la asignatura. Análisis de contenidos y estructura de Álgebra Lineal II en el Grado de Física.
- Xaro Soler Escrivá y Joan Josep Climent: Análisis de los contenidos de Álgebra Lineal II en el Grado en Matemáticas y ejecución de los cambios pertinentes.
- María Dolores Fajardo Gómez: Análisis de contenidos y estructura de Álgebra Lineal I en el Grado de Física.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Planes de estudios de los Grados en Matemáticas y Física en la Universidad de Alicante:
http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C052#
https://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C057&caca=2016-17#
[2] Guía Docente de Álgebra Lineal I del Grado en Matemáticas:
http://cv1.cpd.ua.es/ConsPlanesEstudio/cvFichaAsiEEES.asp?wCodEst=C052&wcodasi=25011&wLengua=C&scaca=2015-16#.
[3] Guía Docente de Álgebra Lineal II del Grado en Matemáticas:
http://cv1.cpd.ua.es/ConsPlanesEstudio/cvFichaAsiEEES.asp?wCodEst=C052&wcodasi=25016&wLengua=C&scaca=2015-16
[4] Guía Docente de Geometría Lineal del Grado en Matemáticas:
http://cv1.cpd.ua.es/ConsPlanesEstudio/cvFichaAsiEEES.asp?wCodEst=C052&wcodasi=25023&wLengua=C&scaca=2015-16
[5] Seguimiento Grado en Matemáticas. 13-14. Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente Cord.: José Daniel Alvarez Teruel, María Teresa Tortosa Ybáñez, Neus Pellín Buades. Alicante. Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), pp. 281-296, 2015.

[5] The Bologna Declaration of 19 June 1999:
http://www.bologna-berlin2003.de/pdf/bologna_declaration.pdf
[6] Libro blanco del Título de Grado en Matemáticas. Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de la Calidad.
http://www.aneca.es/media/150436/libroblanco_jun05_matematicas.pdf
[7] Guías docentes del Grado en Matemáticas. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
http://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C052
[8] Guías docentes del Grado en Física. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
https://cvnet.cpd.ua.es/webcvnet/planestudio/planestudiond.aspx?plan=C057&caca=2016-17#
[9] Las asignaturas de Álgebra Lineal y Geometría Lineal en el Grado en Matemáticas de la Universidad de Alicante. Roig-Vila, Rosabel; Blasco Mira, Josefa Eugenia; Lledó Carreres, Asunción; Pellín Buades, Neus (eds.). Investigación e Innovación Educativa en Docencia Universitaria. Retos, Propuestas y Acciones. Alicante: Universidad de Alicante, Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa, Instituto de Ciencias de la Educación (ICE), 2016. ISBN 978-84-617-5129-7, pp. 2363-2377.