

Asignaturas optativas organizadas por temática Facultad de Informática UCM

En este documento se presenta una organización temática de las asignaturas optativas contempladas en la memoria de verificación de los grados en Ingeniería de Computadores, Ingeniería del Software e Ingeniería Informática, con sus correspondientes resultados de aprendizaje.

Las asignaturas optativas serán ofertadas a los estudiantes de los nuevos planes de estudio (2026) a partir del año académico 2028/29, junto con la implantación del 3º curso de dichos planes.

En cada curso académico se ofertará solamente un subconjunto de estas optativas. La Facultad revisará anualmente la oferta de optativas de la titulación y determinará cuáles de ellas abrir.

Los resultados de aprendizaje RAK07-OPT, RAC08-OPT, RAS08-OPT, RAS09-OPT, RAS10-OPT, RAS11-OPT, RAS12-OPT, RAS13-OPT, RAS14-OPT, RAS15-OPT y RAS16-OPT forman parte de la memoria de verificación actual de las respectivas titulaciones. Se contempla la incorporación del resto de resultados de aprendizaje en una futura modificación de los planes de estudio.

INFORMÁTICA DE PROPÓSITO ESPECÍFICO

- **Programación con restricciones.** Fundamentos y técnicas de programación con restricciones para modelar y resolver problemas de diversa índole *[RAS08-OPT, RAK09-OPT]*.
- **Herramientas Informáticas para los juegos de azar.** Desarrollo de software para apoyar la toma de decisiones en juegos de azar *[RAS08-OPT]*.
- **Bioinformática.** Técnicas y algoritmos bioinformáticos para el análisis de secuencias biológicas y la inferencia de relaciones evolutivas a partir de grandes volúmenes de datos *[RAS08-OPT]*.
- **Introducción a la tecnología blockchain y smart contracts.** Fundamentos de blockchain y smart contracts, incluyendo diseño, implementación, seguridad y aplicaciones prácticas *[RAS08-OPT]*.
- **Programación competitiva.** Técnicas y algoritmos para resolver problemas en concursos de programación competitiva, incluyendo el uso de jueces automáticos *[RAS08-OPT]*.
- **Testing de software.** Técnicas y metodologías de testing de software para asegurar la fiabilidad de sistemas software *[RAK18-OPT, RAS08-OPT]*.
- **Informática musical.** Técnicas de procesamiento, síntesis y producción de música digital *[RAS08-OPT, RAS19-OPT]*.
- **Procesamiento de sonido digital.** Técnicas de programación para la adquisición, generación y manipulación de sonido en formato digital *[RAS08-OPT, RAS19-OPT]*.
- **Informática gráfica.** Implementación de sistemas que requieren el uso de gráficos por computador: modelado de sólidos, gráficos interactivos, técnicas de animación *[RAS08-OPT, RAK20-OPT]*.
- **Control digital.** Modelado, caracterización y regulación, mediante un computador u otros elementos de procesamiento digital, de sistemas dinámicos meramente digitales o continuos *[RAK19-OPT]*.
- **Música y sonido en videojuegos y medios audiovisuales.** Técnicas de producción musical y diseño sonoro orientadas a videojuegos y otros medios audiovisuales *[RAS08-OPT, RAS19-OPT]*.

RAS08-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar tecnologías avanzadas de procesamiento, programación y prueba en campos específicos de la informática, como el tratamiento de gráficos, sonidos o música, o en ámbitos como la seguridad, los juegos, la biología o las competiciones de programación.**

RAS19-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar técnicas de procesamiento de señal, síntesis e ingeniería de audio digital para diseñar, manipular e integrar componentes sonoros y musicales en sistemas interactivos o aplicaciones multimedia.**

RAK09-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender los fundamentos teóricos, arquitecturas y modelos de programación, identificando las capacidades, restricciones físicas/tecnológicas y ámbitos de aplicación de los paradigmas de computación.**

RAK18-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **caracterizar los niveles de pruebas, modelos de calidad y técnicas de análisis de rendimiento, para detectar fallos, auditar la fiabilidad de las configuraciones y optimizar la mantenibilidad del código.**

RAK20-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer los estándares, modelos de cómputo y algoritmos de la informática gráfica en la programación de algoritmos de simulación física/animación y en la interacción en plataformas de realidad extendida.**

HARDWARE ESPECÍFICO

- **Programación de GPUs y aceleradores.** Programación en GPUs usando diferentes tecnologías, explorando su evolución, herramientas y librerías **[RAS09-OPT, RAK20-OPT, RAC12-OPT]**.
- **Diseño automático de sistemas.** Diseño y análisis de sistemas digitales mediante lenguajes de descripción hardware de alto nivel **[RAS09-OPT]**.
- **Programación de aplicaciones para dispositivos móviles.** Desarrollo de aplicaciones móviles, explorando distintas plataformas y entornos de desarrollo multiplataforma **[RAS09-OPT, RAK08-OPT]**.
- **Arquitectura y programación de computadores cuánticos.** Fundamentos de computación cuántica. Programación y ejecución en computadores cuánticos, incluyendo algoritmos, arquitecturas y herramientas prácticas **[RAS09-OPT, RAK09-OPT, RAC12-OPT]**.
- **Plataformas hardware emergentes.** Identificación, evaluación y gestión de nuevas arquitecturas hardware. Estudio del diseño, implementación y optimización de aplicaciones sobre estas arquitecturas **[RAS09-OPT, RAC12-OPT]**.

RAS09-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **utilizar y evaluar plataformas hardware innovadoras para el diseño y programación de sistemas digitales, considerando criterios de rendimiento, escalabilidad y eficiencia.**

RAK08-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **describir los principios de arquitectura hardware, modelos de ejecución y limitaciones de recursos en plataformas heterogéneas o especializadas.**

RAK09-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender los fundamentos teóricos, arquitecturas y modelos de programación, identificando las capacidades, restricciones físicas/tecnológicas y ámbitos de aplicación de los paradigmas de computación.**

RAK20-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer los estándares, modelos de cómputo y algoritmos de la informática gráfica en la programación de algoritmos de simulación física/animación y en la interacción en plataformas de realidad extendida.**

RAS12-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **diseñar soluciones que utilicen técnicas y métodos avanzados y emergentes de inteligencia artificial en el desarrollo de sistemas de control, de procesamiento de lenguaje natural, de percepción o de otros tipos.**

AMPLIACIÓN DE ARQUITECTURA DE SISTEMAS

- **Arquitectura interna de Linux y Android.** Estudio práctico de las arquitecturas internas de Linux y Android, incluyendo llamadas al sistema, drivers, gestión de procesos e interrupciones, entre otros **[RAK08-OPT, RAS10-OPT]**.
- **Seguridad en redes (solo Grado en Ingeniería del Software).** Técnicas de seguridad informática, incluyendo el conocimiento de vulnerabilidades y ataques, y las herramientas para proteger, detectar y asegurar sistemas y servidores en entornos conectados **[RAS08-OPT, RAK10-OPT]**.
- **Evaluación de configuraciones.** Técnicas informáticas para evaluar y mejorar el rendimiento y la fiabilidad de sistemas informáticos **[RAS10-OPT, RAK18-OPT]**.
- **Sistemas distribuidos avanzados.** Fundamentos y técnicas de modelado y simulación para el análisis de aplicaciones y arquitecturas distribuidas **[RAK09-OPT, RAS10-OPT, RAC12-OPT]**.
- **Computación de altas prestaciones.** Estudio, análisis, evaluación y gestión de las plataformas hardware emergentes en el ámbito de la Computación de Altas Prestaciones (HPC), con el fin de desarrollar, adaptar y optimizar aplicaciones sobre dichas plataformas considerando aspectos como la paralelización, consumo energético y rendimiento **[RAS10-OPT, RAC12-OPT]**.

RAK08-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **describir los principios de arquitectura hardware, modelos de ejecución y limitaciones de recursos en plataformas heterogéneas o especializadas.**

RAK09-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender los fundamentos teóricos, arquitecturas y modelos de programación, identificando las capacidades, restricciones físicas/tecnológicas y ámbitos de aplicación de los paradigmas de computación.**

RAK10-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer las arquitecturas de software web y corporativo, sus mecanismos de gestión e integración de información y protocolos de seguridad para el desarrollo de sistemas distribuidos, escalables y seguros.**

RAK18-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **caracterizar los niveles de pruebas, modelos de calidad y técnicas de análisis de rendimiento, para detectar fallos, auditar la fiabilidad de las configuraciones y optimizar la mantenibilidad del código.**

RAS08-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar tecnologías avanzadas de procesamiento, programación y prueba en campos específicos de la informática, como el tratamiento de gráficos, sonidos o música, o en ámbitos como la seguridad, los juegos, la biología o las competiciones de programación.**

RAS10-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar tecnologías avanzadas de diseño, programación, securización y evaluación en el desarrollo de arquitecturas de sistemas específicas y de altas prestaciones.**

RAC12-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **asumir la responsabilidad técnica en el análisis de viabilidad, migración y optimización de software intensivo en cálculo hacia plataformas hardware emergentes.**

TECNOLOGÍAS SOFTWARE

- **Ingeniería web.** Tecnologías, plataformas y patrones avanzados para el desarrollo, seguridad y despliegue de aplicaciones web en cliente y servidor **[RAK10-OPT, RAS11-OPT, RAC11-OPT]**.
- **Gestión de la información en la web.** Técnicas para la gestión, obtención y seguridad de información en la web **[RAK10-OPT, RAS11-OPT, RAC11-OPT]**.
- **Diseño centrado en el usuario y tecnologías inclusivas.** Ampliación de metodologías y técnicas de diseño centrado en el usuario, con especial énfasis en la accesibilidad, la experiencia de usuario y la ética en el desarrollo de interfaces inclusivas **[RAS11-OPT, RAS22-OPT]**.
- **Lenguajes de programación y procesadores de lenguaje** (solo Grado en Ingeniería de Computadores y Grado en Ingeniería del Software). Autómatas y lenguajes formales. Generación y optimización de código, fases de construcción de procesadores de lenguaje, y uso de herramientas automáticas para análisis sintáctico y gestión de errores **[RAK12-OPT, RAS23-OPT]**.
- **Software corporativo.** Sistemas y tecnologías para el desarrollo, gestión e integración de software empresarial y la gestión de procesos corporativos **[RAK10-OPT, RAS11-OPT, RAC11-OPT]**.
- **Ampliación de bases de datos** (solo Grado en Ingeniería de Computadores y Grado en Ingeniería Informática). Técnicas avanzadas de diseño, optimización y gestión de bases de datos **[RAK21-OPT, RAS20-OPT, RAC11-OPT]**.
- **Paradigmas de programación.** Aprendizaje de lenguajes que integran múltiples paradigmas de programación (funcional, lógico, orientado a objetos, etc.) y paradigmas emergentes **[RAK09-OPT, RAC11-OPT]**.
- **Tecnologías software emergentes.** Identificación y evaluación de tecnologías, patrones, arquitecturas, marcos o plataformas de desarrollo emergentes, y su selección para el desarrollo de aplicaciones **[RAS11-OPT, RAC11-OPT]**.

RAK09-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender** los **fundamentos teóricos, arquitecturas y modelos de programación, identificando las capacidades, restricciones físicas/tecnológicas y ámbitos de aplicación de los paradigmas de computación.**

RAK10-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer** las **arquitecturas de software web y corporativo, sus mecanismos de gestión e integración de información y protocolos de seguridad para el desarrollo de sistemas distribuidos, escalables y seguros.**

RAK12-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer** los **fundamentos matemáticos, lingüísticos y algorítmicos de los modelos de procesamiento de lenguaje y arquitecturas generativas para la comprensión y síntesis de contenidos (texto, imagen o audio).**

RAK21-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender** los **fundamentos teóricos, modelos de representación de datos, y mecanismos de indexación respecto a consistencia, escalabilidad y rendimiento para la selección de la arquitectura de almacenamiento adecuada.**

RAS11-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **utilizar** **paradigmas de programación y tecnologías software avanzadas en el desarrollo de sistemas software específicos.**

RAS20-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **organizar esquemas de persistencia de datos para responder a requerimientos específicos de rendimiento, escalabilidad y volumen de información.**

RAS22-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **desarrollar interfaces de usuario mediante el uso de metodologías de diseño UX e indicadores de accesibilidad para asegurar el cumplimiento de normativas de inclusión, ética digital y facilidad de uso.**

RAS23-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar los principios de la teoría de autómatas y gramáticas formales y las herramientas de automatización de análisis de lenguajes en la construcción de compiladores e intérpretes.**

RAC11-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **asumir la responsabilidad técnica en el análisis, despliegue y gestión integral de software, combinando eficientemente diversos paradigmas de programación y estrategias avanzadas de gestión de datos para tomar decisiones tecnológicas que optimicen los procesos de negocio y la seguridad de la información.**

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

- **Programación evolutiva.** Algoritmos de programación evolutiva y sus variantes, profundizando en los detalles del enfoque evolutivo para la resolución de problemas *[RAS08-OPT, RAS11-OPT, RAK09-OPT]*.
- **Inteligencia artificial aplicada al control.** Técnicas de inteligencia artificial y soft-computing aplicadas al control inteligente de sistemas dinámicos y procesos industriales *[RAK11-OPT, RAK19-OPT, RAS12-OPT]*.
- **Robótica** (solo Grado en Ingeniería del Software y Grado en Ingeniería Informática). Diseño, construcción, percepción y actuación, operación, programación y aplicaciones de robots industriales y móviles *[RAK19-OPT]*.
- **Procesamiento de lenguaje natural.** Fundamentos lingüísticos, matemáticos, algorítmicos y tecnológicos del procesamiento de lenguaje natural, junto con sus técnicas y aplicaciones prácticas *[RAS12-OPT, RAK12-OPT, RAC10-OPT]*.
- **Ingeniería de comportamientos inteligentes.** Técnicas de Inteligencia Artificial para diseñar y programar comportamientos inteligentes en diversos dominios *[RAS12-OPT, RAK11-OPT, RAC10-OPT]*.
- **Sistemas inteligentes.** Programación de sistemas inteligentes considerando la interoperabilidad y la representación del conocimiento *[RAS12-OPT, RAK11-OPT, RAC10-OPT]*.
- **Percepción artificial.** Técnicas avanzadas de IA aplicadas al análisis y procesamiento de datos sensoriales del mundo similares a los percibidos por los humanos (visión, audio, etc.) *[RAS12-OPT, RAK12-OPT, RAC10-OPT]*.
- **IA generativa.** Desarrollo y utilización de tecnologías de Inteligencia Artificial para creación de contenidos textuales, visuales, auditivos u otros artefactos que se puedan considerar nuevos u originales *[RAS12-OPT, RAK12-OPT, RAC10-OPT]*.
- **Nuevas tendencias en IA.** Estudio de los nuevos avances en Inteligencia Artificial, prestando atención a aquellos con una especial repercusión en la empresa o en la sociedad *[RAS11-OPT, RAS12-OPT, RAC10-OPT]*.

RAK09-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender** los fundamentos teóricos, arquitecturas y modelos de programación, identificando las capacidades, restricciones físicas/tecnológicas y ámbitos de aplicación de los paradigmas de computación.

RAK11-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **describir** las técnicas de representación del conocimiento, paradigmas de razonamiento e inteligencia artificial para la toma de decisiones, la interoperabilidad y el control en sistemas dinámicos o complejos.

RAK12-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer** los fundamentos matemáticos, lingüísticos y algorítmicos de los modelos de procesamiento de lenguaje y arquitecturas generativas para la comprensión y síntesis de contenidos (texto, imagen o audio).

RAK19-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **describir** los principios de modelización cinemática/dinámica y algoritmos de IA aplicados a la navegación, manipulación y control inteligente de robots y sistemas industriales.

RAS08-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar** tecnologías avanzadas de procesamiento, programación y prueba en campos específicos de la informática, como el tratamiento de gráficos, sonidos o música, o en ámbitos como la seguridad, los juegos, la biología o las competiciones de programación.

RAS11-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **utilizar** paradigmas de programación y tecnologías software avanzadas en el desarrollo de sistemas software específicos.

RAS12-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **diseñar** soluciones que utilicen técnicas y métodos avanzados y emergentes de inteligencia artificial en el desarrollo de sistemas de control, de procesamiento de lenguaje natural, de percepción o de otros tipos.

RAC10-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **concebir** proyectos de inteligencia artificial interdisciplinares, evaluando las implicaciones de los modelos perceptivos y generativos avanzados para resolver problemas del mundo real con sentido crítico y perspectiva de innovación continua.

MATEMÁTICA APLICADA A LA INFORMÁTICA

- **Criptografía y teoría de códigos.** Conceptos fundamentales y técnicas de criptografía y teoría de códigos [RAK07-OPT, RAS17-OPT].
- **Investigación operativa.** Métodos y técnicas de modelización y resolución de problemas de optimización matemática [RAK07-OPT, RAS17-OPT].
- **Computación cuántica.** Fundamentos y algoritmos clave de la computación cuántica, para diseñar y desarrollar algoritmos cuánticos innovadores o adaptados. [RAK07-OPT].
- **Ampliación de matemáticas.** Ampliación de los conocimientos matemáticos obtenidos durante la titulación con el fin de permitir a los alumnos afrontar tecnologías software que hacen uso de conceptos matemáticos avanzados [RAK07-OPT].

RAK07-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer** técnicas y métodos matemáticos avanzados que se pueden utilizar en el desarrollo de sistemas informáticos.

RAS17-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar métodos de la matemática discreta y la optimización para implementar soluciones orientadas a la toma de decisiones, y a la codificación eficiente y segura de la información.**

PROCESAMIENTO DE DATOS MASIVOS

- **Minería de datos y el paradigma Big Data.** Paradigmas actuales de manejo de grandes volúmenes de datos, así como con las principales metodologías y técnicas para su manejo, procesamiento y/o explotación dentro del campo de la minería de datos **[RAS13-OPT, RAK13-OPT, RAC13-OPT]**.
- **Cloud y Big Data** (solo Grado en Ingeniería Informática y Grado en Ingeniería del Software). Modelos, plataformas y técnicas de computación cloud y big data para el procesamiento y gestión de datos a gran escala **[RAK13-OPT, RAS13-OPT, RAC13-OPT]**.
- **Bases de datos NoSQL** (solo Grado en Ingeniería de Computadores y Grado en Ingeniería Informática). Fundamentos, diseño, consulta y manejo de bases de datos NoSQL, evaluando su uso frente a bases de datos relacionales según eficiencia y necesidades **[RAK21-OPT, RAS20-OPT, RAS13-OPT]**.
- **Análisis de redes sociales.** Fundamentos y algoritmos para representar, analizar y modelar redes sociales, centrándose en su estructura y procesamiento eficiente **[RAS13-OPT, RAK13-OPT, RAC13-OPT]**.

RAK13-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **emplear los paradigmas de almacenamiento/computación distribuida y técnicas de análisis algorítmico para descubrir relaciones, comunidades y otras métricas estructurales en grandes volúmenes de datos.**

RAK21-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **comprender los fundamentos teóricos, modelos de representación de datos, y mecanismos de indexación respecto a consistencia, escalabilidad y rendimiento para la selección de la arquitectura de almacenamiento adecuada.**

RAS13-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar tecnologías avanzadas de procesamiento de datos en el desarrollo de sistemas que trabajan con grandes volúmenes de datos.**

RAS20-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **organizar esquemas de persistencia de datos para responder a requerimientos específicos de rendimiento, escalabilidad y volumen de información.**

RAC13-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **integrar de forma autónoma soluciones de minería de datos e infraestructura Cloud, evaluando el rendimiento, la mantenibilidad y el valor estratégico de los sistemas intensivos en datos en entornos reales y cambiantes.**

VIDEOJUEGOS

- **Desarrollo de videojuegos mediante tecnologías web.** Diseño y programación de videojuegos web, incluyendo arquitectura, gestión de recursos y despliegue **[RAS14-OPT]**.
- **Juegos serios.** Desarrollo de juegos serios, abarcando desde sus características y aplicaciones hasta el diseño, evaluación e implementación de prototipos en distintos dominios **[RAS14-OPT]**.

- **Realidad extendida.** Desarrollo y utilización de dispositivos y plataformas de realidad virtual, realidad aumentada y realidad mixta para crear aplicaciones inmersivas que combinan el mundo real con entornos digitales para entretenimiento, aprendizaje, medicina, industria u otros [RAS14-OPT, RAK20-OPT].

RAK20-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer los estándares, modelos de cómputo y algoritmos de la informática gráfica en la programación de algoritmos de simulación física/animación y en la interacción en plataformas de realidad extendida.**

RAS14-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **diseñar soluciones del ámbito de los videojuegos que utilicen tecnologías específicas.**

TRANSVERSAL

- **Creación de empresas.** Estudio de los aspectos clave para la constitución, análisis financiero y económico, y gestión rentable de empresas [RAK14-OPT, RAK15-OPT].
- **Digitalización de empresas.** Datos, Estrategia e Innovación (DEI). Abordar los efectos de la digitalización en la estrategia, organización y modelos de negocio empresariales, considerando el uso de datos y las tecnologías disruptivas [RAK14-OPT, RAK15-OPT, RAS15-OPT].
- **Técnicas avanzadas de gestión empresarial.** Estudio y aplicación de técnicas avanzadas económico-financieras para la toma de decisiones empresariales [RAK14-OPT, RAK15-OPT].
- **Auditoría informática.** Proporcionar al estudiante los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para comprender, aplicar y evaluar procesos de auditoría en sistemas de información [RAS15-OPT].
- **Computación social.** Explorar la intersección entre la informática y la sociedad, abordando cómo las tecnologías digitales pueden influir en las relaciones humanas, la comunicación y la colaboración [RAS18-OPT, RAS15-OPT].
- **Informática sostenible.** Diseño, fabricación, uso y disposición de software y hardware de manera que se minimice el impacto ambiental de su utilización [RAS18-OPT].

RAK14-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer los fundamentos teóricos, herramientas de análisis económico-financiero y marcos estratégicos de la gestión empresarial.**

RAK15-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **explicar cómo el diseño de modelos de negocio y la adopción de tecnologías digitales condicionan la viabilidad, competitividad e innovación de la organización.**

RAS15-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar conceptos y tecnologías de gestión empresarial, auditoría, sociedad o sostenibilidad en el desarrollo de sistemas informáticos.**

RAS18-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar buenas prácticas de ingeniería para minimizar el impacto ambiental y optimizar las dinámicas de colaboración y responsabilidad ética en la creación de soluciones tecnológicas.**

MÉTODOS FORMALES

- **Complejidad y aproximabilidad.** Métodos de análisis de complejidad computacional. Técnicas algorítmicas para garantizar ratios de aproximación en problemas complejos [RAK16-OPT, RAS16-OPT, RAC14-OPT].
- **Verificación asistida.** Especificación y diseño de sistemas correctos. Técnicas automáticas y semi-automáticas de verificación de programas [RAK16-OPT, RAS16-OPT, RAC14-OPT].
- **Lenguajes probabilísticos.** Modelización y resolución de problemas sobre datos con incertidumbre mediante lenguajes probabilísticos [RAK16-OPT, RAS16-OPT, RAC14-OPT].

RAK16-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **conocer** los **fundamentos teóricos, formalismos de especificación y modelos matemáticos** relacionados con **las cotas de complejidad, contextos de incertidumbre y las garantías formales de corrección del software**.

RAS16-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar conceptos y tecnologías de complejidad, verificación y modelización en el diseño y desarrollo de sistemas informáticos**.

RAC14-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **resolver de forma autónoma problemas informáticos de alta complejidad teórica, aplicando con rigor formal métodos de análisis de complejidad, razonamiento probabilístico y técnicas de verificación asistida para garantizar la fiabilidad del software**.

INGENIERÍA DEL SOFTWARE

- **Ingeniería de datos.** Aprendizaje de los métodos y técnicas adecuados para desarrollar proyectos de ingeniería de datos desde la adquisición de los mismos hasta su posterior despliegue y refinamiento en producción, así como para realizar el seguimiento y sistematizar su desarrollo [RAK13-OPT, RAC08-OPT, RAC13-OPT].
- **Programación orientada a servicios** (solo Grado en Ingeniería de Computadores y Grado en Ingeniería Informática). Principales arquitecturas, patrones, plataformas y marcos de programación orientada a servicios, así como de patrones transaccionales [RAK17-OPT, RAC08-OPT].
- **Técnicas avanzadas en desarrollo de Software.** Mecanismos, técnicas y herramientas de programación avanzadas para agilizar y mejorar la calidad en el desarrollo de software [RAK18-OPT].
- **Calidad del software.** Ampliación de los estándares y mecanismos para la garantía de calidad del software en proyectos de grandes dimensiones [RAK18-OPT].
- **Arquitecturas software.** Mecanismos, técnicas, patrones y herramientas para el diseño, documentación y evaluación de arquitecturas software en dominios específicos [RAK17-OPT, RAC08-OPT].
- **Desarrollo dirigido por modelos.** Principales mecanismos de metamodelado, perfilado y transformación para traducir modelos en modelos y modelos en código [RAK17-OPT, RAC08-OPT].
- **Desarrollo, operaciones y despliegue** (solo Grado en Ingeniería de Computadores y Grado en Ingeniería Informática). Plataformas y contenedores para integrar y automatizar los procesos entre los equipos de desarrollo de software y operaciones de Tecnologías de Información [RAC08-OPT, RAS21-OPT].

- **Gestión avanzada de proyectos informáticos.** Profundización en técnicas y metodologías especializadas para planificar, ejecutar, supervisar y cerrar proyectos tecnológicos de manera eficiente y eficaz [*RAC08-OPT, RAS21-OPT*].

RAK13-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **emplear los paradigmas de almacenamiento/computación distribuida y técnicas de análisis algorítmico** para descubrir relaciones, comunidades y otras métricas estructurales **en grandes volúmenes de datos**.

RAK17-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **describir los patrones de arquitectura (incluyendo entornos orientados a servicios) y las técnicas avanzadas de modelado y despliegue en sistemas software complejos**.

RAK18-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **determinar los niveles de pruebas, modelos de calidad y técnicas de análisis de rendimiento, para detectar fallos, auditar la fiabilidad de las configuraciones y optimizar la mantenibilidad del código**.

RAS21-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **aplicar metodologías y herramientas de gestión avanzada y automatización, implementando flujos de trabajo continuos, gestión de configuraciones y métricas de seguimiento para optimizar la entrega y calidad de proyectos informáticos**.

RAC08-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **concebir soluciones software que utilicen tecnologías avanzadas de ingeniería del software en la arquitectura, la programación y la gestión de sistemas informáticos de diversa índole**.

RAC13-OPT: Al finalizar el aprendizaje, el o la estudiante será capaz de **integrar de forma autónoma soluciones de minería de datos e infraestructura Cloud, evaluando el rendimiento, la mantenibilidad y el valor estratégico de los sistemas intensivos en datos en entornos reales y cambiantes**.

