



GUIA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (∞)

# ARQUITECTURA DE COMPUTADORES

Curso 2020-2021

(Fecha última actualización: 10/07/2020)

(Fecha de aprobación en Consejo de Departamento: 15/07/2020)

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Formación específica de rama	Estructura y Arquitectura de Computadores	2º	2	6	Obligatoria
PROFESOR(ES)	DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)				
<p>Profesores responsables en Granada: Mancia Anguita López Julio Ortega Lopera</p> <p>Resto de profesores (en Granada): Se puede consultar en la plataforma docente <a href="https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051">https://swad.ugr.es/?CrsCod=5051</a> (GII) o <a href="https://swad.ugr.es/es?crs=5941">https://swad.ugr.es/es?crs=5941</a> (GIM, GIADE)</p> <p>Profesor responsable en Ceuta: Fernando León García</p>	<p>Profesores Granada: Dpto. Arquitectura Tecnología Computadores ETS Ingenierías Informática Telecomunicación C/Daniel Saucedo Aranda s/n 18071-Granada 2ª planta Se pueden consultar más detalles en el directorio de la ugr (lugar de tutorías, teléfono, correo electrónico, etc.): <a href="http://directorio.ugr.es/">http://directorio.ugr.es/</a></p> <p>Prof. Ceuta: Facultad de Educación, Economía y Tecnología de Ceuta C/Cortadura del Valle sn, 51001 Ceuta (España) 2ª planta Se pueden consultar más detalles en el directorio de la ugr: <a href="http://directorio.ugr.es/">http://directorio.ugr.es/</a></p>				
	HORARIO DE TUTORÍAS				
	<p>El horario de tutorías de cada uno de los profesores de la asignatura se puede consultar en la web de grados <a href="http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*?2A">http://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*?2A</a> o en el directorio de la ugr.</p>				
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE	OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR				
<p>Grado en Ingeniería Informática (GII) Grado en Ingeniería Informática y matemáticas (GIM) Grado en Ingeniería Informática y Administración y Dirección de Empresas (GIADE)</p>					

Firma (1): FERNANDO JOSE ROJAS RUIZ  
En calidad de: Secretario/a de Departamento



UNIVERSIDAD DE GRANADA

INFORMACIÓN SOBRE TITULACIONES DE LA UGR  
[grados.ugr.es](http://grados.ugr.es)



Este documento firmado digitalmente puede verificarse en <https://sede.ugr.es/verifirma/>  
Código seguro de verificación (CSV): 7D6F85FE2EE68E793D5A51F050D94D56

15/07/2020

Pág. 1 de 9

<b>PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)</b>
Se recomienda la superación de los contenidos y adquisición de competencias de las materias de formación básica y de las asignaturas de rama Estructura de Computadores.
<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)</b>
Estructura y clasificación de arquitecturas paralelas (procesadores, multiprocesadores, multicomputadores y sistemas distribuidos). Clasificación del paralelismo de una aplicación. Arquitecturas con paralelismo a nivel de instrucción (ILP). Programación eficiente de ILP (mecanismos y algoritmos básicos de optimización de código). Arquitecturas multihebra, multinúcleo y multiprocesadores. Programación paralela. Evaluación de prestaciones.
<b>COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS</b>
<p>El título de Graduado/a en Ingeniería Informática de la Universidad de Granada ha obtenido, con fecha 5 de junio de 2019, el sello Euro-Inf, otorgado por ANECA en colaboración con el Consejo General de Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática (CCII) y con el Consejo General de Colegios Oficiales de Ingeniería Técnica en Informática (CONCITI). Esta acreditación garantiza el cumplimiento de criterios y estándares reconocidos por los empleadores españoles y del resto de Europa, de acuerdo con los principios de calidad, relevancia, transparencia, reconocimiento y movilidad contemplados en el Espacio Europeo de Educación Superior.</p> <p>Competencias Específicas de la Asignatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R8. Capacidad para analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.</li> <li>• R9. Capacidad de conocer, comprender y evaluar la estructura y arquitectura de los computadores, así como los componentes básicos que los conforman.</li> <li>• R14. Conocimiento y aplicación de los principios fundamentales y técnicas básicas de la programación paralela, concurrente, distribuida y de tiempo real.</li> </ul> <p>Competencias Específicas del Título:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E4. Capacidad para definir, evaluar y seleccionar plataformas hardware y software para el desarrollo y la ejecución de sistemas, servicios y aplicaciones informáticas.</li> <li>• E6. Capacidad para concebir y desarrollar sistemas o arquitecturas informáticas centralizadas o distribuidas integrando hardware, software y redes.</li> </ul> <p>Competencias Transversales o Generales:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T2. Capacidad para tomar decisiones basadas en criterios objetivos (datos experimentales, científicos o de simulación disponibles), así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista.</li> <li>• CB2. Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio.</li> </ul>
<b>OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicar las diferentes clasificaciones de arquitecturas paralelas.</li> <li>• Distinguir entre procesamiento paralelo y procesamiento distribuido, y asociarlos con las arquitecturas que se utilizan para implementarlos.</li> <li>• Relacionar el paralelismo implícito en una aplicación con las arquitecturas que lo aprovechan.</li> <li>• Afrontar el análisis y el diseño de un núcleo con paralelismo a nivel de instrucción (ILP).</li> </ul>



- Describir lo que hace un compilador y el programador para aprovechar una arquitectura ILP. Implementar código que aproveche la arquitectura ILP. Distinguir entre las prestaciones del procesador, las del compilador y las del programa que ejecute el computador.
- Explicar los conceptos de ganancia en prestaciones o velocidad y escalabilidad y las leyes relacionadas con estos conceptos.
- Describir la estructura y organización de arquitecturas multihebra, multinúcleo y multiprocesador.
- Explicar lo que hace un compilador para aprovechar una arquitectura multinúcleo y multiprocesador.
- Expresar un algoritmo de forma apropiada para que se pueda ejecutar en arquitecturas multinúcleos y multiprocesadores. Escribir código que aproveche la arquitectura multinúcleo y multiprocesador.
- Explicar la necesidad de mantener coherencia entre caches y entre cache y memoria principal. Afrontar el análisis y diseño de protocolos de mantenimiento de coherencia en multicores y multiprocesadores.
- Distinguir entre los diferentes tipos de modelos de consistencia de memoria. Explicar la influencia en las prestaciones de un computador del modelo de consistencia de memoria.
- Implementar código que aproveche el modelo de consistencia de memoria y las instrucciones máquina de sincronización. Implementar mecanismos básicos de sincronización.

## TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

### TEMARIO TEÓRICO:

**Tema 1.** Arquitecturas paralelas: clasificación y prestaciones

**Tema 2.** Programación paralela

**Tema 3.** Arquitecturas con paralelismo a nivel de Thread (TLP)

**Tema 4.** Arquitecturas con paralelismo a nivel de instrucción (ILP) y arquitecturas con paralelismo de datos (DLP)

### TEMARIO PRÁCTICO:

**Bloque 0 (seminario y práctica):** Entorno de programación

**Bloque 1 (seminario y práctica):** Programación paralela I

**Bloque 2 (seminario y práctica):** Programación paralela II

**Bloque 3 (seminario y práctica):** Programación paralela III

**Bloque 4 (seminario y práctica):** Optimización de código

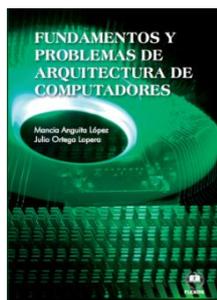
## BIBLIOGRAFÍA

### BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:



J. Ortega, M. Anguita, A. Prieto. *Arquitectura de Computadores*. Thomson, 2005. ISSN/ISBN: 84-9732-274-6. ESIIIT/C.1 ORT arq





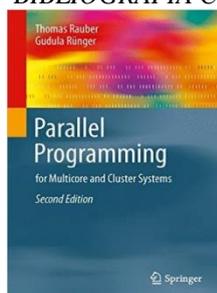
M. Anguita, J. Ortega. *Fundamentos y Problemas de Arquitectura de Computadores*, Editorial Técnica Avicam. 2016. ISSN/ISBN: 978-84-16535-52-1. ESIIT/C.1 ANG fun

Prácticas:

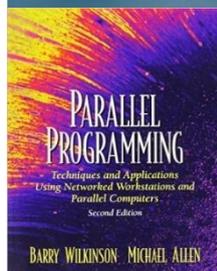


Barbara Chapman, Gabriele Jost, Ruud van der Pas, *Using OpenMP. Portable Shared Memory Parallel Programming*, The MIT Press. 2008. ISSN/ISBN: 9780262533027. ESIIT/D.1 CHA usi

**BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA:**



T. Rauber, G. Ründer. *Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems*. Springer 2013. ISSN/ISBN: 9783642378010|9978-3-642-37801-0. Disponible en línea (biblioteca UGR): <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-04818-0>



Barry Wilkinson. *Parallel programming: techniques and applications using networked workstations and parallel computer*, 2005. ISSN/ISBN: 9780131405639. ESIIT/D.1 WIL par

Prácticas:

- R. Gerber, A. J.C. Bik, K. B. Smith and X. Tian. *The Software Optimization Cookbook. High Performance Recipes for the IA-32 Platforms*. Intel Press, 2006. ESIIT/C.1 SOF sof
- A. Fog. "How to Optimize for the Pentium family of microprocessors", 2004. Disponible en línea: <http://cr.yp.to/2005-590/fog.pdf>
- R. Gerber. *The Software Optimization Cookbook. High Performance Recipes for the Intel Architecture*. Intel Press, 2002. ESIIT/C.1 GER sof



Ejercicios:

- Ortega, J.; González, J *Problemas de Ingeniería de Computadores. Cien problemas resueltos de procesadores paralelos* Ed. Copicentro Granada, 2008. ESIT/C.1 ORT pro

#### ENLACES RECOMENDADOS

- Procesadores de Intel: <http://ark.intel.com/Default.aspx>
- Procesadores de AMD: <http://www.amd.com/>
- Gcc/g++: <http://gcc.gnu.org/>

#### METODOLOGÍA DOCENTE

El número de estudiantes tan elevado en Granada, a pasar de ser una asignatura de ingeniería y tanto por grupo de teoría como por grupo prácticas, condiciona y limita los métodos docentes.

- **Lección magistral (Clases teóricas-expositivas) (grupo grande)**
  - **Descripción:** Presentación en el aula de los conceptos propios de la materia haciendo uso de metodología positiva con lecciones magistrales participativas y medios audiovisuales. Evaluación y examen de las capacidades adquiridas.
  - **Propósito:** Transmitir los contenidos de la materia motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formándole una mentalidad crítica.
  - **Contenido en ECTS:** 30 horas presenciales (1.2 ECTS)
  - **Competencias:** R8, R9, R14, E4, E6, T2, CB2
  - **Metodologías docentes:** Lección Magistral, Resolución de Problemas y Resolución de Casos
  - Prácticos.
- **Actividades prácticas (Clases prácticas de laboratorio) (grupo pequeño)**
  - **Descripción:** Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.
  - **Propósito:** Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.
  - **Contenido en ECTS:** 15 horas presenciales (0.6 ECTS)
  - **Competencias:** R8, R14, T2, CB2
  - **Metodologías docentes:** Taller de Programación, Resolución de Problemas, Aula de Informática.
- **Seminarios (grupo pequeño)**
  - **Descripción:** Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.
  - **Propósito:** Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.
  - **Contenido en ECTS:** 10 horas presenciales (0.4 ECTS)
  - **Competencias:** R8, R14, T2, CB2
  - **Metodologías docentes:** Taller de Programación.
- **Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)**



- **Descripción:** (1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, (2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia (3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...).
- **Propósito:** Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
- **Contenido en ECTS:** 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)
- **Competencias:** R8, R9, R14, E4, E6, T2, CB2
- **Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)**
  - **Descripción:** Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.
  - **Propósito:** Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.
  - **Contenido en ECTS:** 45 horas no presenciales (1.8 ECTS)
  - **Competencias:** R8, R9, R14, E4, E6, T2, CB2
- **Tutorías académicas (grupo pequeño)**
  - **Descripción:** Manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.
  - **Propósito:** (1) Orientar el trabajo autónomo y grupal del alumnado, (2) profundizar en distintos aspectos de la materia y (3) orientar la formación académica-integral del estudiante.
  - **Contenido en ECTS:** 5 horas presenciales (0.2 ECTS)
  - **Competencias:** R8, R9, R14, E4, E6, T2, CB2
  - **Metodologías docentes:** Tutorías académicas.

#### EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la Normativa de evaluación y calificación de los estudiantes vigente en la Universidad de Granada.

La **calificación final** que aparecerá en el Acta será un número comprendido entre 0 y **10** con precisión de un decimal (de acuerdo con el art. 5 del R. D 1125/2003). Para aprobar oficialmente una asignatura se ha de obtener una puntuación mínima de 5 (de acuerdo con el art. 5 del R. D 1125/2003).

En función de la convocatoria (ordinaria o extraordinaria), y del tipo de evaluación escogida, la calificación se obtendrá como se detalla a continuación.

El número de estudiantes tan elevado en Granada, a pasar de ser una asignatura de ingeniería y tanto por grupo de teoría como por grupo prácticas, condiciona los métodos y herramientas de evaluación aplicables.

#### Convocatoria ordinaria:

La metodología de evaluación por defecto según la normativa de la Universidad de Granada es la evaluación continua, que en el caso de esta asignatura se compone de las siguientes actividades:



Actividades formativas evaluación ordinaria		Ponderación	Mínimo 40%	Máximo
<b>Actividades grupo grande (teoría)</b>	Actividades temas 1, 2, 3 y 4	60%	2,4	4
	Prueba de todos los temas dentro de la prueba final			2
<b>Actividades grupo reducido (prácticas/seminarios)</b>	Entregas y actividades	40%	1,6	2
	Prueba de todos los bloques prácticos dentro de la prueba final			2
<b>Calificación en Acta</b>		100%	5	10

Obsérvese que tener un mínimo supone que es obligatorio hacer la prueba o actividad para poder aprobar la asignatura. En la prueba final de evaluación continua se evaluarán todos los temas y bloques prácticos. Esta prueba tendrá lugar al final del cuatrimestre en la fecha que fije el centro. La calificación en Acta, para quien, no habiendo superando algunos de los mínimos de teoría o prácticas, alcance una puntuación superior a 5 al sumar la nota de teoría y prácticas, será igual a 4.9 (suspense).

#### Convocatoria extraordinaria:

Para las convocatorias extraordinarias se utilizará la evaluación única final.

#### DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS QUE FORMARÁN PARTE DE LA EVALUACIÓN ÚNICA FINAL ESTABLECIDA EN LA "NORMATIVA DE EVALUACIÓN Y DE CALIFICACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA"

La siguiente tabla muestra las actividades y la contribución de las mismas a la nota final de la asignatura y la nota mínima exigida, en su caso, para cada una de ellas:

Prueba única final evaluación extraordinaria	Ponderación	Mínimo 40%	Máximo
Prueba escrita de la parte teórica	60%	2,4	6
Prueba escrita de la parte de prácticas/seminarios	40%	1,6	4
<b>Calificación en Acta</b>	100%	5	10

Obsérvese que tener un mínimo supone que es obligatorio hacer la prueba o actividad para poder aprobar la asignatura. Esta prueba tendrá lugar al final del cuatrimestre en la fecha que fije el centro. La calificación en Acta, para quien, no habiendo superando algunos de los mínimos de teoría o prácticas, alcance una puntuación superior a 5 al sumar la nota de teoría y prácticas, será igual a 4.9 (suspense).

#### RÉGIMEN DE ASISTENCIA

La asistencia a las actividades presenciales de grupo amplio no será obligatoria, pero se recomienda la asistencia al máximo número posible de clases y, en particular, a las actividades realizadas durante el desarrollo de las mismas que forman parte de la evaluación continua. La participación en actividades no presenciales que se propongan en clase podrá ser tenida en cuenta en la evaluación.



La asistencia a las actividades de grupo reducido (prácticas/seminarios) para la evaluación continua es obligatoria, permitiéndose hasta un 20% de faltas no justificadas.

### ESCENARIO A (ENSEÑANZA-APRENDIZAJE PRESENCIAL Y NO PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL

##### HORARIO

(Según lo establecido en el POD)

[https://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/\\*2A](https://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*2A)

##### HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)

La atención tutorial se lleva a cabo a través de herramientas síncronas (videoconferencia) y asíncronas (correo electrónico).

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE

- En el caso de que sea posible mantener una distancia de seguridad en el aula de al menos 1,5 metros entre los ocupantes, las sesiones serán presenciales en su totalidad. Esto será posible en Ceuta, pero no en Granada dado el número tan elevado de estudiantes por grupo.
- En otro caso, asistirán parte de los alumnos según los turnos de asistencia que se establezca, retransmitiéndose las sesiones de forma síncrona para aquellos estudiantes que no puedan asistir usando las herramientas que la universidad ponga a disposición de los profesores y estudiantes y, en el caso de Granada, que sean más apropiadas para el número elevado de estudiantes de los grupos.
- Tutorías grupales o individuales online en el horario previsto en la programación docente presencial. Dichas tutorías también podrán ser llevadas a cabo en horario distinto tras acuerdo con el alumnado, procurando no interferir en las actividades programadas en el resto de las asignaturas del curso.

#### MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)

##### Convocatoria Ordinaria

- Las actividades se realizarán usando las herramientas que la universidad ponga a disposición del profesorado teniendo en cuenta, en el caso de Granada, el número tan elevado de estudiantes en los grupos.

##### Convocatoria Extraordinaria

- Las actividades se realizarán usando las herramientas que la universidad ponga a disposición del profesorado teniendo en cuenta, en el caso de Granada, el número tan elevado de estudiantes en los grupos.

##### Evaluación Única Final

- Las actividades se realizarán usando las herramientas que la universidad ponga a disposición del profesorado teniendo en cuenta, en el caso de Granada, el número tan elevado de estudiantes en los grupos.

### ESCENARIO B (SUSPENSIÓN DE LA ACTIVIDAD PRESENCIAL)

#### ATENCIÓN TUTORIAL



<b>HORARIO</b> (Según lo establecido en el POD)	<b>HERRAMIENTAS PARA LA ATENCIÓN TUTORIAL</b> (Indicar medios telemáticos para la atención tutorial)
<a href="https://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/2A">https://grados.ugr.es/informatica/pages/infoacademica/profesorado/*/2A</a>	La atención tutorial se lleva a cabo a través de herramientas síncronas (videoconferencia) y asíncronas (correo electrónico).
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DOCENTE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las sesiones se realizarán online de forma síncrona en el horario establecido para la asignatura para las clases presenciales. En el caso de Granada se usarán aquellas herramientas proporcionadas por la universidad que sean más apropiadas para grupos con un número elevado de estudiantes.</li> <li>Tutorías grupales o individuales online en el horario previsto en la programación docente presencial. Dichas tutorías también podrán ser llevadas a cabo en horario distinto tras acuerdo con el alumnado, procurando no interferir en las actividades programadas en el resto de las asignaturas del curso.</li> </ul>	
<b>MEDIDAS DE ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN (Instrumentos, criterios y porcentajes sobre la calificación final)</b>	
<b>Convocatoria Ordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las actividades se realizarán usando las herramientas que la universidad ponga a disposición del profesorado teniendo en cuenta, en el caso de Granada, el número tan elevado de estudiantes en los grupos.</li> </ul>	
<b>Convocatoria Extraordinaria</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las actividades se realizarán usando las herramientas que la universidad ponga a disposición del profesorado teniendo en cuenta, en el caso de Granada, el número tan elevado de estudiantes en los grupos.</li> </ul>	
<b>Evaluación Única Final</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las actividades se realizarán usando las herramientas que la universidad ponga a disposición del profesorado teniendo en cuenta, en el caso de Granada, el número tan elevado de estudiantes en los grupos.</li> </ul>	
<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>	
<p>Plataformas de teleformación disponibles en la ugr actualmente (material de la asignatura, organización de los grupos de prácticas, convocatorias de exámenes y entregas a los profesores): Swad (<a href="https://swad.ugr.es/">https://swad.ugr.es/</a>) y PRADO (<a href="https://prado.ugr.es/">https://prado.ugr.es/</a>). En principio se usará preferentemente SWAD.</p> <p>Para más información sobre las herramientas disponibles en la ugr consulte <a href="https://covid19.ugr.es/informacion/estudiantado">https://covid19.ugr.es/informacion/estudiantado</a></p>	

