

Guía docente

270407 - PA2 - Programación y Algoritmia II

Última modificación: 03/02/2025

Unidad responsable: Facultad de Informática de Barcelona
Unidad que imparte: 723 - CS - Departamento de Ciencias de la Computación.
Titulación: GRADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL (Plan 2021). (Asignatura obligatoria).
Curso: 2024 **Créditos ECTS:** 6.0 **Idiomas:** Catalán

PROFESORADO

Profesorado responsable: JOSÉ LUIS BALCÁZAR NAVARRO - JORDI DELGADO PIN

Otros: Segon quadrimestre:
JORDI DELGADO PIN - 11, 12
CAROLINE LEONORE KÖNIG - 11, 12

CAPACIDADES PREVIAS

Curso PA1, o equivalente

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Específicas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE10. Analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CE13. Evaluar la complejidad computacional de un problema, identificar estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

Genéricas:

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG8. Observar un ejercicio ético de la profesión en todas sus facetas, aplicando criterios éticos en el diseño de sistemas, algoritmos, experimentos, utilización de datos, de acuerdo con los sistemas éticos recomendados por los organismos nacionales e internacionales, con especial énfasis en seguridad, robustez, privacidad, transparencia, trazabilidad, prevención de sesgos (de raza, género, religión, territorio, etc.) y respeto a los derechos humanos.

Transversales:

CT4. Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La docencia de la asignatura está estructurada en clases de teoría y clases de laboratorio.

En las clases de teoría los profesores presentan los contenidos esenciales de la asignatura. En las clases de laboratorio se practican los contenidos de la asignatura (los presentados en clase y los adquiridos autónomamente) mediante la realización de problemas prácticos. Las clases de laboratorio serán una continuación de las clases teóricas, donde los conceptos nuevos se implementarán a medida que vayan apareciendo.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

1. Conocer nuevas estructuras de datos: Pilas, Colas, Listas, Árboles y Grafos y los algoritmos asociados a las operaciones necesarias sobre estas estructuras.
2. Conocer diferentes implementaciones de estructuras de datos: Implementaciones utilizando estructuras de datos más simples proporcionadas por el lenguaje de programación, e implementaciones dinámicas.
3. Conocer los principios básicos de la orientación a objetos: Conceptos de clase, instancia, método, herencia (simple y múltiple), etc.
4. Ampliación de Complejidad Computacional: Big O, Big Omega, Master Theorems
5. Resolver en grupo un problema de tamaño pequeño-medio aplicando lo aprendido sobre orientación a objetos

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTE

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas aprendizaje autónomo	90,0	60.00
Horas grupo pequeño	30,0	20.00
Horas grupo grande	30,0	20.00

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

Árboles y Grafos

Descripción:

Comenzaremos el curso utilizando las estructuras de datos que el lenguaje de programación nos proporciona para implementar los Árboles y los Grafos. Veremos algoritmos de recorrido para las dos estructuras, y otros algoritmos importantes relacionados con éstas, como por ejemplo el algoritmo de Dijkstra.

Objetos y Clases

Descripción:

Se introducen los conceptos fundamentales de orientación a objetos: Clase, objeto, instancia, delegación, herencia, etc. y otras particularidades de la implementación de la orientación a objetos propias del lenguaje de programación con que trabajamos.

Estructuras dinámicas de datos

Descripción:

Se estudia cómo implementar estructuras de datos conocidas utilizando el concepto de referencia a un objeto. Se reimplementarán de este modo estructuras de datos que el lenguaje de programación proporciona por defecto, y estructuras de datos nuevas que ya hemos visto implementadas de forma más sencilla.

Conjuntos y Diccionarios: Implementación

Descripción:

Veremos diferentes formas de implementar conjuntos y diccionarios: Tablas Hash y árboles binarios de búsqueda (BSTs). Se estudiarán las propiedades de estas estructuras, sus ventajas e inconvenientes.

Ampliación de Complejidad Algorítmica

Descripción:

En PA1 se empezó a ver el concepto de complejidad de un programa, un algoritmo y un problema, e introducimos la notación asintótica, concretamente la definición de $\Theta(f)$. Este tema quiere ser una continuación, donde veremos la Big O, la Big Omega, etc, y los Master Theorems.

ACTIVIDADES

Construyendo Abstracciones con Datos. Árboles y Grafos

Descripción:

Es necesario que el estudiante esté atento en clase y realice los ejercicios propuestos.

Objetivos específicos:

1, 2

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 19h

Aprendizaje autónomo: 10h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 5h

Construyendo Abstracciones con Funciones: Objetos y Clases

Descripción:

Es necesario que el estudiante esté atento en clase y realice los ejercicios propuestos.

Objetivos específicos:

2, 3

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE10. Analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 32h

Aprendizaje autónomo: 16h

Grupo grande/Teoría: 8h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Construyendo Abstracciones con Datos: Estructuras Dinámicas de Datos

Descripción:

Es necesario que el estudiante esté atento en clase y realice los ejercicios propuestos.

Objetivos específicos:

1, 2

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 20h

Aprendizaje autónomo: 10h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Conjuntos y Diccionarios: Implementación

Descripción:

Es necesario que el estudiante esté atento en clase y realice los ejercicios propuestos.

Objetivos específicos:

2, 3

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE10. Analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 16h

Aprendizaje autónomo: 8h

Grupo grande/Teoría: 4h

Grupo pequeño/Laboratorio: 4h

Ampliación de Complejidad Algorítmica

Descripción:

Es necesario que el estudiante esté atento en clase y realice los ejercicios propuestos.

Objetivos específicos:

4

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE13. Evaluar la complejidad computacional de un problema, identificar estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 20h

Aprendizaje autónomo: 8h

Grupo grande/Teoría: 6h

Grupo pequeño/Laboratorio: 6h

Trabajo Práctico

Descripción:

Los estudiantes harán una práctica en parejas relacionada con un problema de tamaño pequeño-medio.

Objetivos específicos:

1, 2, 3, 5

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE10. Analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CG8. Observar un ejercicio ético de la profesión en todas sus facetas, aplicando criterios éticos en el diseño de sistemas, algoritmos, experimentos, utilización de datos, de acuerdo con los sistemas éticos recomendados por los organismos nacionales e internacionales, con especial énfasis en seguridad, robustez, privacidad, transparencia, trazabilidad, prevención de sesgos (de raza, género, religión, territorio, etc.) y respeto a los derechos humanos.

CT4. Trabajo en equipo. Ser capaz de trabajar como miembro de un equipo interdisciplinar, ya sea como un miembro más o realizando tareas de dirección, con la finalidad de contribuir a desarrollar proyectos con pragmatismo y sentido de la responsabilidad, asumiendo compromisos teniendo en cuenta los recursos disponibles.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 12h

Aprendizaje autónomo: 12h

Examen Parcial

Objetivos específicos:

1, 2, 3

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE10. Analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 14h

Aprendizaje autónomo: 12h

Actividades dirigidas: 2h

Examen Final

Objetivos específicos:

1, 2, 3, 4

Competencias relacionadas:

CE02. Dominar los conceptos básicos de matemática discreta, lógica, algorítmica y complejidad computacional, y su aplicación para el tratamiento automático de la información por medio de sistemas computacionales y su aplicación para la resolución de problemas.

CE03. Identificar i aplicar els procediments algorítmics bàsics de les tecnologies informàtiques per a dissenyar solucions a problemes, analitzant la idoneïtat i complexitat dels algorismes proposats.

CE10. Analizar, diseñar, construir y mantener aplicaciones de forma robusta, segura y eficiente, eligiendo el paradigma y los lenguajes de programación más adecuados.

CE13. Evaluar la complejidad computacional de un problema, identificar estrategias algorítmicas que puedan conducir a su resolución y recomendar, desarrollar e implementar aquella que garantice el mejor rendimiento de acuerdo con los requisitos establecidos.

CE04. Diseñar y utilizar de forma eficiente los tipos y estructuras de datos más adecuados a la resolución de un problema.

CE12. Dominar los principios fundamentales y modelos de la computación y saberlos aplicar para interpretar, seleccionar, valorar, modelar, y crear nuevos conceptos, teorías, usos y desarrollos tecnológicos relacionados con la inteligencia artificial.

CG4. Razonar, analizando la realidad y diseñando algoritmos y formulaciones que la modelen. Identificar problemas y construir soluciones algorítmicas o matemáticas válidas, eventualmente nuevas, integrando el conocimiento multidisciplinar necesario, valorando distintas alternativas con espíritu crítico, justificando las decisiones tomadas, interpretando y sintetizando los resultados en el contexto del dominio de aplicación y estableciendo generalizaciones metodológicas a partir de aplicaciones concretas.

CG2. Utilizar los conocimientos fundamentales y metodologías de trabajo sólidas adquiridos durante los estudios para adaptarse a los nuevos escenarios tecnológicos del futuro.

CT6. Aprendizaje autónomo. Detectar deficiencias en el propio conocimiento y superarlas mediante la reflexión crítica y la elección de la mejor actuación para ampliar dicho conocimiento.

Dedicación: 17h

Aprendizaje autónomo: 14h

Actividades dirigidas: 3h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

El método de evaluación de la asignatura consistirá en dos pruebas de carácter teórico (T1 y T2), una a mediados de curso y otra al final y una práctica de tamaño pequeño-medio (Practica).

Entonces, el método de evaluación sería:

$$0.8 * \text{Teoría} + 0.2 * \text{Practica}$$

donde:

$$\text{Teoría: } \text{MAX}(T2, 0.5 * T1 + 0.5 * T2)$$

Reevaluación: sólo se pueden presentar a la reevaluación aquellas personas que, habiéndose presentado en el examen final, hayan suspendido la teoría. La nota máxima que se puede obtener en la reevaluación es un 7.

Competencia transversal "Trabajo en equipo":

Se evalúa usando una rúbrica simple en que el tutor de cada grupo puntúa los diferentes aspectos del trabajo en equipo de cada miembro de los grupos.



BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- DeNero, John. Composing programs.
- Abelson, Harold; Sussman, Gerald Jay; Sussman, Julie. Structure and interpretation of computer programs. 2nd ed. Cambridge [Massachusetts]: MIT Press [etc.], 1996. ISBN 9780262011532.
- Lee, Kent D; Hubbard, Steve. Data structures and algorithms with Python. New York: Springer, 2014. ISBN 9783319130712.

Complementaria:

- Lutz, Mark. Python pocket reference. 5th ed. Sebastopol: O'Reilly Media, 2014. ISBN 9781449356941.

RECURSOS

Enlace web:

- <http://composingprograms.com/>- <https://docs.python.org/3/reference/index.html>