



GF0604 Procesamiento de datos geográficos

Manuel Vargas Del Valle

Grupo: 002. Horario: K 10-11-12, M 10-11-12. Aula 214. Créditos: 4.
Horas totales semanales: 6. Horas presenciales: 3 de teoría y 3 de laboratorio.
Horario de atención al estudiantado: K 14-15, M 14-15
Correo electrónico institucional: manuel.vargas_d@ucr.ac.cr
I ciclo lectivo 2024

PROGRAMA DEL CURSO

1. DESCRIPCIÓN

Este es un curso introductorio a la programación de computadoras y al procesamiento de datos geográficos mediante el lenguaje de programación R. También se estudian herramientas para facilitar la reproducibilidad de los procedimientos y la comunicación de las soluciones a través de Internet y otros medios.

El enfoque del curso es teórico-práctico, con lecciones teóricas combinadas con ejercicios de programación en los cuales los estudiantes aplican en diversos escenarios de procesamiento de datos las habilidades y conocimientos aprendidos. No se requiere de experiencia previa en programación de computadoras. Es recomendable contar con conocimientos básicos de datos geoespaciales y sistemas de información geográfica.

Tanto las lecciones teóricas como las prácticas se imparten de manera presencial, con apoyo de medios virtuales. Los contenidos del curso y los recursos relacionados se comparten en el sitio web <https://gf0604-procesamientodatosgeograficos.github.io/2024-i/> y en la plataforma Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica.

2. OBJETIVOS

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

1. Aplicar el pensamiento computacional para resolver problemas mediante el lenguaje de programación R.
2. Utilizar un enfoque de ciencia de datos para la importación, transformación y visualización de datos.
3. Desarrollar soluciones reproducibles a problemas computacionales.
4. Elaborar gráficos estadísticos con paquetes de R.
5. Procesar datos geográficos con paquetes de R.
6. Desarrollar aplicaciones interactivas que incluyan visualizaciones como tablas, gráficos estadísticos y mapas, entre otras.

Somos Geografía - UCR: Enseñando desde 1946 y formando profesionales a partir de 1974

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica
Teléfonos: Recepción: 2511-6402 | Asuntos Estudiantiles 2511-6469 | Código Postal 11501-2060
Página web: <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr> | dirección electrónica: geografia@ucr.ac.cr





3. CONTENIDO DEL CURSO

SEMANA	CONTENIDO	LECTURA OBLIGATORIA
1. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS Y A LA CIENCIA DE DATOS		
I (11 al 15 de marzo)	Entrega y discusión del programa de curso Introducción a la programación de computadoras <ul style="list-style-type: none">Arquitectura de computadoras,Pensamiento computacional.Lenguajes de programación.El lenguaje Scratch.	CS50 (2024) Jeannette M. Wing (2006, pp. 33-35)
II (18 al 22 de marzo)	Introducción a la ciencia de datos <ul style="list-style-type: none">Datos: observaciones, variables.El proceso de ciencia de datos: importar, ordenar, transformar, visualizar, modelar, comunicar.	Mine Çetinkaya-Rundel & Johanna Hardin (2021, capítulo 1) Hadley Wickham et al. (2023, Introducción)
SEMANA SANTA (25 al 29 de marzo)		
2. EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN R		
III (1 al 5 de abril)	Conceptos básicos de R <ul style="list-style-type: none">Características generales del lenguaje.Rstudio: ambiente de desarrollo integrado para R.Objetos, tipos de datos.Funciones, paquetes.Operaciones básicas con la notación de [] y \$: selección, ordenamiento, filtrado, agrupación, sumalización.	Garret Grolemond et al. (2014, capítulos 1 - 8)
IV (8 al 12 de abril)	Conceptos básicos de R (continuación)	Garret Grolemond et al. (2014, capítulos 9 - 12)

Somos Geografía - UCR: Enseñando desde 1946 y formando profesionales a partir de 1974

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica

Teléfonos: Recepción: 2511-6402 | Asuntos Estudiantiles 2511-6469 | Código Postal 11500-2060

Página web: <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr> | dirección electrónica: geografia@ucr.ac.cr





	<ul style="list-style-type: none"> • Condicionales. • Ciclos. • Visualización de datos. 	
V (15 al 19 de abril)	<p>Tidyverse: colección de paquetes de R para ciencia de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Datos <i>tidy</i>. • Transformación de datos. • Visualización de datos. 	<p>Hadley Wickham (2014)</p> <p>Hadley Wickham et al. (2023, Introducción, capítulos 1 - 8, 25 - 27)</p>
<h3>3. HERRAMIENTAS PARA INVESTIGACIÓN REPRODUCIBLE Y DESARROLLO COLABORATIVO</h3>		
VI (22 al 26 de abril)	<p>Reproducibilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación en ciencia de datos geográficos. <p>Markdown: lenguaje de marcado para escritura técnica y científica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sintaxis. • Publicación de documentos. <p>Git: sistema de control de versiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funcionamiento general. • Principales comandos. • Interacción con GitHub y otras plataformas similares. 	<p>Alex David Singleton et al. (2016)</p> <p>Ihechikara Vincent Abba (2021)</p> <p>Quarto - Markdown Basics (s.f.)</p>
VII (29 de abril al 3 de mayo)	<p>Quarto: sistema de publicación de documentos técnicos y científicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sintaxis. • Opciones para incluir bloques de código en R. • Publicación de documentos. 	<p>Quarto - Tutorial: Hello, Quarto (s.f.)</p>
<h3>4. GRAFICACIÓN ESTADÍSTICA EN R</h3>		
VIII (6 al 10 de mayo)	<p>Paquetes de R para graficación estadística</p>	<p>Hadley Wickham (2004)</p>





	<ul style="list-style-type: none"> Ggplot2: paquete para creación declarativa de gráficos estadísticos. 	<p>Hadley Wickham et al. (2023, Introducción, capítulo 1)</p> <p>Winston Chang (2018, capítulo 2)</p>
IX (13 al 17 de mayo)	<p>Paquetes de R para graficación estadística (continuación)</p> <ul style="list-style-type: none"> Plotly: gráficos estadísticos para la Web. 	Plotly (2024)
5. EL ECOSISTEMA ESPACIAL DE R		
X (20 al 24 de mayo)	<p>Introducción al manejo de datos espaciales en R</p> <ul style="list-style-type: none"> Modelos de datos espaciales <ul style="list-style-type: none"> Sf: paquete para manejo de datos vectoriales. Terra: paquete para manejo de datos raster. Visualización de datos espaciales <ul style="list-style-type: none"> Leaflet: paquete para desarrollo de mapas para la Web. Otros paquetes: Tmap, Ggplot2, Plotly. 	Robin Lovelace et al. (2019, capítulos 1 - 2, 9)
XI (27 al 31 de mayo)	<p>Operaciones con datos de atributos</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos vectoriales. Datos raster. 	Robin Lovelace et al. (2019, capítulo 3)
XII (3 al 7 de junio)	<p>Operaciones con datos espaciales</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos vectoriales. Datos raster. 	Robin Lovelace et al. (2019, capítulo 4)
XIII (10 al 14 de junio)	<p>Operaciones con geometrías</p> <ul style="list-style-type: none"> Datos vectoriales. Datos raster. 	Robin Lovelace et al. (2019, capítulo 5)
6. VISUALIZACIÓN AVANZADA		
XIV (17 al 21 de junio)	Desarrollo de tableros de control	Quarto - Quarto Dashboards (s.f.)





	<ul style="list-style-type: none"> Quarto Dashboards: formato de Quarto para desarrollo de tableros de control. 	
XV (24 al 28 de junio)	Desarrollo de aplicaciones interactivas <ul style="list-style-type: none"> Shiny: paquete para desarrollo de aplicaciones interactivas. 	Gemma Fernández-Avilés & José-María Montero (2024, capítulo 45) Quarto - Dashboards with Shiny for R (s.f.)
XVI (1 al 5 de julio)	Hospedaje de aplicaciones en la nube <ul style="list-style-type: none"> Shinyapps.io: plataforma para hospedaje de aplicaciones de datos. 	Andy Kipp (2017) Quarto - Running Documents (s.f.)
SEMANA DE EXÁMENES (8 al 12 de julio)		

4. METODOLOGÍA

El curso se desarrolla mediante clases teórico-prácticas presenciales. Los conceptos teóricos son explicados por el profesor del curso durante las sesiones teóricas y también a través de lecturas previamente asignadas. Las sesiones prácticas se destinan a la realización de diferentes ejercicios de programación por parte de los estudiantes.

Los contenidos de las lecciones están disponibles en la plataforma Mediación Virtual y también en el sitio web del curso (<https://gf0604-procesamientodatosgeograficos.github.io/2024-i/>), en el que hay enlaces a la bibliografía y a otros recursos de aprendizaje como tutoriales y videos.

Dada la disponibilidad de diversos recursos tecnológicos que la Universidad de Costa Rica pone a disposición para el proceso de aprendizaje, en este curso es posible hacer uso de herramientas tecnológicas que incluyen, además de las ya mencionadas, herramientas de comunicación sincrónica en línea (ej. Zoom, Microsoft Teams). Estas herramientas se utilizan como apoyo a las clases presenciales y también en el caso de que, por fuerza mayor, la clase deba ser impartida de manera virtual.

Se recomienda a los estudiantes probar las diferentes herramientas y conceptos fuera del tiempo de clase y aprovechar las lecciones y las horas de consulta para aclarar dudas e intercambiar opiniones con el profesor y sus compañeros de clase.

5. EVALUACIÓN

La evaluación incluye tres componentes:





1. Exámenes cortos. Corresponden al 25% de la calificación final. Tienen como propósito principal evaluar las lecturas y los conceptos teóricos cubiertos en clase. Las semanas estimadas de realización y las secciones de la tabla de contenidos del curso a evaluar en cada examen corto se presentan en la siguiente tabla:

Semana de realización	Secciones a evaluar	Porcentaje de la calificación final del curso
VI	1, 2	5%
VIII	3	5%
X	4	5%
XIV	5	5%
XVI	6	5%

2. Tareas programadas. Corresponden al 50% de la calificación final del curso. Consisten en ejercicios de programación que deben ser resueltos por los estudiantes fuera del tiempo de clase. Las semanas estimadas de entrega, temas a cubrir y valor de cada tarea se presentan en la siguiente tabla:

Semana de entrega	Tema	Porcentaje de la calificación final del curso
II	Programa en Scratch que aplica los principios de pensamiento computacional	5%
V	Programa en R que aplica los principios de pensamiento computacional	10%
IX	Documento desarrollado en Quarto y publicado en la Web	15%
XV	Tablero de control desarrollado en Quarto con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales,	20%





publicado en la Web

3. Proyecto final. Corresponde al 25% de la calificación final del curso. Su objetivo es sintetizar los conocimientos y habilidades aprendidas durante el curso.

Semana estimada de entrega	Tema a desarrollar	Porcentaje de la calificación final del curso
Semana de evaluaciones finales	Tablero de control interactivo desarrollado en Shiny con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales, publicado la Web	25%

6. TRABAJO DE CAMPO

Este curso no incluye trabajo de campo.

7. NORMATIVA DE INTERÉS (como primera instancia, el estudiantado puede acudir a: geografia@ucr.ac.cr; o bien, al director de Escuela: pascal.girotpignot@ucr.ac.cr).

El **Reglamento de Régimen Disciplinario del Personal Académico** establece mecanismos para resolver situaciones que afectan la excelencia en el ejercicio de la labor académica y en el desarrollo armonioso de los procesos institucionales.

El **Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la UCR** regula la disciplina del estudiantado en TODOS los recintos de la Institución y en aquellas acciones u omisiones que, aunque se produzcan fuera de las instalaciones que comprometan la buena marcha o el buen nombre de la Universidad de Costa Rica. Se establecen faltas, sanciones y procedimientos.

El **Reglamento de Régimen Académico Estudiantil** rige los procedimientos relacionados con la evaluación y orientación académica de las diversas categorías de estudiantes de la UCR. Incluye la orientación académica en cualquier época del año, las pruebas de reposición y pruebas opcionales, las necesidades educativas especiales, la igualdad y la equiparación de oportunidades, las funciones y deberes del profesor consejero, qué es un plan de estudios, la administración de los cursos, las normas de





evaluación, las calificaciones e informes finales, el rendimiento académico del estudiantado, la orientación en matrícula, etc.

El **Reglamento de la Universidad de Costa Rica en contra del Hostigamiento Sexual** cubre a hombres y mujeres (docentes, administrativos y estudiantes). Esta norma está para proteger la dignidad de la persona en sus relaciones y garantiza un clima

académico fundamentado en el respeto a la libertad, el trabajo, la igualdad, la equidad, el respeto mutuo y que conduzca al desarrollo intelectual, profesional y social, libre de cualquier forma de discriminación y violencia. Las denuncias se interponen ante la Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual, que, con total confidencialidad, da seguimiento a los casos y consultas en esta materia.

El **Reglamento del Servicio de Transportes** que es aplicable a los miembros de la comunidad universitaria que, en sus labores o actividades académicas, usen o controlen los recursos de transporte de la Universidad de Costa Rica. También se cuenta con la **Normativa para salidas de campo de la Escuela de Geografía**.

En los cursos que se imparten en la Escuela de Geografía, se da especial importancia al desarrollo intelectual y académico de las personas estudiantes. Por ello, se reconoce y promueve la honestidad y la originalidad en la producción académica estudiantil. El incumplimiento de estas disposiciones podría dar lugar incluso, a que se emprendan procesos sancionatorios a quienes las incumplan, a partir de lo establecido en el **Reglamento de orden y disciplina de los estudiantes de la Universidad de Costa Rica** (artículo 4 y ss.)

Para casos de emergencias, comunicarse al teléfono: 2511-4911

8. SOBRE LAS COMUNICACIONES OFICIALES ENTRE DOCENTES Y ESTUDIANTES:

De acuerdo con la normativa universitaria, **únicamente el correo oficial de la Universidad de Costa Rica, así como el sistema de mensajes de mediación virtual de la Universidad son los mecanismos oficiales de comunicación entre docentes y estudiantes**. Por tanto, es obligación del estudiante contar con el correo de la Universidad, consultarlo al menos una vez al día durante días hábiles y utilizar los medios descritos para comunicarse con la persona docente. El uso de cualquier otro medio electrónico no será aceptado por la persona docente, quien no tendrá obligación alguna de responder a mensajes por otras vías no oficiales.





9. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía obligatoria

Abba, I. V. (2021, noviembre 5). *Git and GitHub Tutorial – Version Control for Beginners*. freeCodeCamp.Org. <https://www.freecodecamp.org/news/git-and-github-for-beginners/>

Çetinkaya-Rundel, M., & Hardin, J. (2021). *Introduction to Modern Statistics* (1st ed.). OpenIntro, Inc. <https://openintro-ims.netlify.app/>

Chang, W. (2018). *R graphics cookbook: Practical recipes for visualizing data* (2nd ed.). O'Reilly. <https://r-graphics.org/>

CS50 (Director). (2024). *CS50x 2024—Lecture 0—Scratch*. <https://www.youtube.com/watch?v=3LPJfKxwWc>

Fernández-Avilés, G., & Montero, J.-M. (2024). *Fundamentos de ciencia de datos con R* (1era ed.). <https://cdr-book.github.io/>

Grolemund, G. (2014). *Hands-On Programming with R: Write Your Own Functions And Simulations*. O'Reilly Media. <https://rstudio-education.github.io/hopr/>

Kipp, A. (2017). *Shiny—Getting started with shinyapps.io*. Shiny. <https://shiny.posit.co/r/articles/share/shinyapps/>

Lovelace, R., Nowosad, J., & Münchow, J. (2019). *Geocomputation with R*. Chapman and Hall/CRC. <https://r.geocompx.org/>

Pebesma, E., Wagner, W., Verbesselt, J., Goor, E., Briesse, C., & Neteler, M. (2016). *OpenEO: a GDAL for Earth Observation Analytics*. <https://r-spatial.org/2016/11/29/openeo.html>

Plotly. (2024). *Getting Started with Plotly in R*. <https://plotly.com/r/getting-started/>





Quarto - *Markdown Basics*. (s.f.). Quarto. Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://quarto.org/docs/authoring/markdown-basics.html>

Quarto - *Quarto Dashboards*. (s.f.). Quarto. Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://quarto.org/docs/dashboards/>

Quarto - *Dashboards with Shiny for R*. (s.f.). Quarto. Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://quarto.org/docs/dashboards/interactivity/shiny-r.html>

Quarto - *Running Documents*. (s.f.). Quarto. Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://quarto.org/docs/interactive/shiny/running.html>

Quarto - *Tutorial: Hello, Quarto*. (s.f.). Quarto. Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://quarto.org/docs/get-started/hello/rstudio.html>

Singleton, A. D., Spielman, S., & Brunsdon, C. (2016). Establishing a framework for Open Geographic Information science. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(8), 1507-1521. <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1137579>

Wickham, H. (2010). A Layered Grammar of Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 19(1), 3-28. <https://doi.org/10.1198/jcgs.2009.07098>

Wickham, H. (2014). Tidy Data. *Journal of Statistical Software*, 59(1), 1-23. <https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10>

Wickham, H., Çetinkaya-Rundel, M., & Golemund, G. (2023). *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data* (2nd ed.). O'Reilly Media. <https://r4ds.hadley.nz/>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Bibliografía complementaria

Somos Geografía - UCR: Enseñando desde 1946 y formando profesionales a partir de 1974

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica

Teléfonos: Recepción: 2511-6402 | Asuntos Estudiantiles 2511-6469 | Código Postal 11500-2060

Página web: <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr> | dirección electrónica: geografia@ucr.ac.cr





FOSS4G (Director). (2021). *FOSS4G2021—Open source for open spatial data science—* Anita Graser. <https://www.youtube.com/watch?v=ZjXb53pOor0>

Irizarry, R. A. (2019). *Introduction to Data Science* (1st ed.). Chapman and Hall/CRC. <http://rafalab.dfci.harvard.edu/dsbook-part-1/>

Markdown Guide. (s.f.). Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://www.markdownguide.org/>

Markdown Tutorial. (s.f.). Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://www.markdowntutorial.com/>

Moraga, P. (2019). *Geospatial Health Data: Modeling and Visualization with R-INLA and Shiny*. Chapman & Hall/CRC. <https://www.paulamoraga.com/book-geospatial/>

Popovic, M. (s.f.). *Milos Makes Maps*. Recuperado el 1 de marzo de 2024, de <https://www.youtube.com/@milos-makes-maps>

Wickham, H. (2021). *Mastering Shiny: Build Interactive Apps, Reports, and Dashboards Powered by R* (1st ed.). O'Reilly Media. <https://mastering-shiny.org/>

