

# Karel la robot enseña R: un paquete para la enseñanza de programación

Marcos Prunello

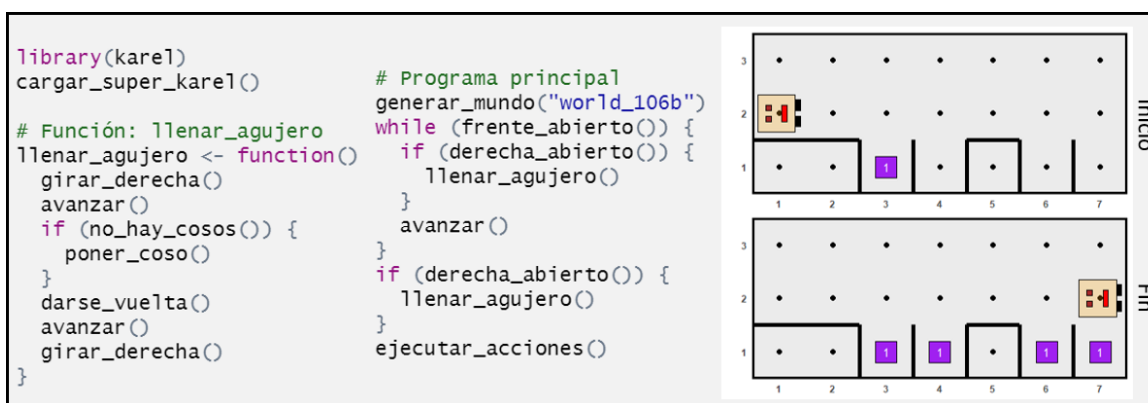
**Palabras clave:** educación - introducción a la programación - karel the robot - paquete bilingüe

En este trabajo se presenta `karel`, un nuevo paquete de R creado con el propósito de brindar un entorno que posibilite la enseñanza de principios de la programación en una forma dinámica e interactiva, para estudiantes sin experiencia previa que estén cursando el nivel secundario o los primeros años de su formación de grado. *Karel* es una robot que vive y camina por ciertos *mundos*, en los cuales puede realizar determinadas acciones si se lo pedimos, mientras aprendemos a programar en R.

La robot Karel acompaña en la enseñanza de conceptos fundamentales de la programación, por ejemplo, el de procesador (Karel), ambiente (su mundo), objetos (llamados *cosos*) y acciones (las actividades que puede realizar). Además, como se puede observar en las viñetas y en la guía de estudio que ejemplifica su utilización (disponible online en <https://mpru.github.io/introprog/>), junto con Karel es posible instruir sobre el concepto de la descomposición algorítmica: en numerosas oportunidades la robot debe cumplir objetivos cuya resolución requiere descomponer el problema en partes más pequeñas, para cada una de las cuales los estudiantes deben programar una función en R. También facilita la ejemplificación del uso de estructuras de control de código secuenciales, condicionales (`if () {} else {}`) e iterativas (`for () {}`, `while () {}`).

El primer paso para programar con Karel es *generar un mundo* en el cual ella pueda andar, a través de la instrucción `generar_mundo()`, aclarando entre los paréntesis el nombre del mundo que queremos usar. El paquete trae incorporados unos cuantos pero los usuarios pueden optar por crear otros nuevos. Por ejemplo, con la instrucción `generar_mundo("mundo007")` se genera el mundo de la figura mostrada a continuación.

Todos los mundos de Karel son rectangulares, compuestos por calles que los recorren horizontalmente (filas) y avenidas verticales (columnas). Karel siempre se encuentra en la intersección entre una calle y una avenida (celda), mirando hacia una de las cuatro direcciones posibles: este, norte, oeste o sur. Los bordes negros representan paredes que Karel no puede atravesar, solo puede rodearlas. Además, en algunas celdas hay uno o varios *cosos*. Karel puede recorrer el mundo poniendo y juntando *cosos* por ahí; si los junta los guarda en su mochila y lleva un registro de cuántos tiene. Finalmente, Karel solo puede realizar estas actividades: `avanzar()`, `girar_izquierda()`, `juntar_coso()` y `poner_coso()`. Claro, agrupando ingeniosamente estas acciones básicas se pueden crear otras nuevas, por ejemplo, crear una función `girar_derecha()` que produzca tal efecto, haciendo girar a Karel tres veces a la izquierda. Por otro lado, Karel es capaz de evaluar ciertas características de su entorno a través de funciones que arrojan un valor lógico TRUE o FALSE, por ejemplo: `frente_abierto()`, `hay_cosos()` o `mira_al_sur()`, de manera que podemos condicionar las acciones que Karel realiza a la verificación de ciertos aspectos sobre su posición y su mundo. Una vez que se ejecuta el código con todas las acciones que Karel debe realizar, se debe correr la función `ejecutar_acciones()` y se puede ver el resultado en una animación creada con los paquetes `ggplot2` y `gganimate`. En el siguiente ejemplo se puede observar que, gracias a la creación de la función auxiliar `llenar_agujero()`, Karel puede reparar todos los baches que existen en la calle 1:



Con el objetivo de sortear algunas de las barreras idiomáticas que pueden hacer más desafiante poder dar los primeros pasos en el aprendizaje de programación, el paquete karel se diseñó de forma completamente bilingüe: todas las funciones tienen una versión en español y en inglés (por ejemplo, `girar_izquierda()` y `turn_left()`), así como todas las páginas del manual de ayuda y del sitio web están escritos en ambos idiomas.

Este paquete ha sido utilizado por primera vez en el año 2020 para la asignatura “Introducción a la Programación” de la Licenciatura en Estadística (Universidad Nacional de Rosario, Argentina). Se dicta en el primer cuatrimestre del primer año de la carrera, con una audiencia en la que predominan estudiantes recién graduados de su formación secundaria sin ningún tipo de experiencia en la programación. El uso de karel al inicio del cursado sirvió como herramienta para ejemplificar y poner en práctica conceptos básicos de programación, ya que los estudiantes tuvieron la posibilidad de ver de manera interactiva el efecto del código escrito, al hacer que la robot, por ejemplo, repitiera ciertas estructuras o condicionara sus acciones a verificaciones lógicas. En el año 2021 se adelantó el empleo de karel al cursillo de nivelación para ingresantes, posibilitando la enseñanza de manera temprana y lúdica de nociones de control del flujo de código y de descomposición algorítmica.

La idea para la implementación de este paquete se basa en *Karel the Robot*, un lenguaje de programación creado con fines educativos por el Dr. R. E. Pattis de la Universidad de Stanford (California, EEUU), quien también escribió el libro *Karel the Robot: A Gentle Introduction to the Art of Programming*, en 1981. Su nombre es un homenaje a Karel Capek, el escritor sueco que inventó la palabra robot en su obra de ciencia ficción *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*. Su sintaxis se basaba en Pascal, pero a lo largo de las décadas esta estrategia de enseñanza fue implementada en distintos lenguajes como Java, C++, Ruby y Python. El paquete aquí presentado es la primera implementación de Karel para R. Algunos de los ejemplos incluidos en las viñetas son adaptaciones de aquellos publicados por Eric Roberts en su material *Karel the robot learns Java* (2005).

La página web del paquete karel es <https://mpru.github.io/karel> y se puede instalar desde CRAN mediante `install.packages("karel")`.

Marcos Prunello  
 Escuela de Estadística  
 Facultad de Ciencias Económicas y Estadísticas  
 Universidad Nacional de Rosario  
[marcosprunello@gmail.com](mailto:marcosprunello@gmail.com)