

# ENLACE ENTRE GEOGEBRA Y R

**Virgilio Gómez Rubio y María José Haro Delicado**

**Departamento de Matemáticas, Universidad de Castilla-La Mancha**

## RESUMEN

Geogebra (<http://www.geogebra.org>) es en la actualidad uno de los programas informáticos más utilizados para la docencia interactiva de las Matemáticas en Secundaria. Originalmente, Geogebra surgió como un apoyo a la docencia en Geometría y Álgebra (de ahí su nombre) intentando imitar a otros programas comerciales parecidos. En la actualidad, Geogebra también permite trabajar contenidos de otras ramas de las Matemáticas como el Análisis, la Probabilidad y la Estadística.

Nuestra experiencia como docentes se ha centrado en la Probabilidad y Estadística, sobre todo a nivel universitario. Por este motivo, hemos explorado distintos tipos de software para la docencia de estos contenidos. Sin duda, el programa R (<http://www.r-project.org>) es el que más posibilidades ofrece. Sin embargo, es complicado impartir determinados contenidos con él ya que no dispone de la interfaz interactiva de Geogebra.

En este trabajo discutimos cómo hemos enlazado Geogebra y R de manera que combinamos la interfaz interactiva del primero con las numerosas herramientas estadísticas que proporciona el segundo. A continuación describimos dos tipos de enlaces que hemos desarrollado. El primero, que ya está obsoleto, utilizaba la Ventana de Python (ya desaparecido en las últimas versiones de Geogebra), mientras que el segundo utiliza la API de Javascript para Geogebra. Éste es el que estamos desarrollando en la actualidad de manera más activa.

## GEOGEBRA Y R MEDIANTE LA VENTANA DE PYTHON

Hasta la versión 4.9.247, Geogebra disponía de una Ventana de Python que permitía escribir pequeños programas en dicho lenguaje para interactuar con los objetos geométricos de la Vista Gráfica de Geogebra. De esta manera, era posible automatizar determinadas tareas utilizando el lenguaje Python e, incluso, hacer que se ejecutasen pequeños programas cuando se modifica o manipula alguno de los objetos de Geogebra.

Este enlace utiliza el paquete Rserve de R (<http://rforge.net/Rserve/>) que permite a R comportarse como un servidor. De esta manera, es posible enviar comandos a R desde otros programas y recibir el resultado de la ejecución de los mismos. Además, Rserve dispone de una API en Java que permite conectar con el servidor desde programas escritos en Java.

Hemos utilizado esta API desde dentro de Geogebra porque las versiones que hemos utilizado estaban escritas en Java. De hecho, la implementación de Python que incluía Geogebra estaba basada en Jython (<http://www.jython.org/>), y escrita también en Java. De esta manera, incorporar las funciones de la API de Rserve a la Ventana de Python era trivial. De hecho, la API de Rserve fue incorporada por los desarrolladores de Geogebra al código fuente para simplificar el acceso a las rutinas de R ya que quedaban disponibles directamente para el usuario al abrir la Ventana de Python.

En la web <http://www.uclm.es/profesorado/vgomez/GeogebraR/> hemos dejado una descripción más detallada de este enlace, así como de algunos ejemplos (que discutiremos al final de este trabajo). También hemos dejado copias para varios sistemas operativos de la última versión de Geogebra que incorporaba la Ventana de Python. Así, esperamos que se pueda seguir utilizando en un futuro.

## **GEOGEBRA Y R USANDO EL PAQUETE OPENCPU**

El desarrollo actual de Geogebra se centra en una versión que pueda funcionar en el navegador de internet. Existe la opción de incluir una applet en Java en el navegador o de hacerlo mediante unas líneas de código en Javascript. Esta última opción es la que parece que está tomando más fuerza en el desarrollo futuro de Geogebra. Igual que versiones antiguas proporcionaban una API para Python, las versiones más recientes proporcionan una API en Javascript. De este modo es posible interactuar con Geogebra utilizando HTML y scripts en Javascript.

Para poder conectar estas nuevas versiones de Geogebra basadas en HTML5 hemos usado el paquete de R `opencpu` (<https://www.opencpu.org/>). Este paquete permite que R se comporte como un servidor web, de manera que nos sirve la página web desde la que se abre Geogebra. Además, `opencpu` incluye una API en Javascript para hacer llamadas al servidor web R. Usando Javascript como elemento central, podemos realizar llamadas tanto a R como a Geogebra.

Los ejemplos desarrollados con este sistema se encuentran disponibles en un servidor público de `opencpu`: <http://becarioprecario.ocpu.io/GeogebraR/www/>. Todo el código necesario se ha incluido en un paquete llamado `GeogebraR`, que está disponible en el repositorio GIT bajo la URL: <https://github.com/becarioprecario/GeogebraR>. Esta infraestructura permite que cada vez que se actualiza el código en el paquete los ejemplos se actualizan a la vez.

## **EJEMPLOS**

A continuación mostramos algunos de los ejemplos que hemos desarrollado. En principio, son sólo una pequeña muestra de las posibilidades del enlace que hemos creado y ejemplos más complejos pueden construirse de manera sencilla.

En la web <http://becarioprecario.ocpu.io/GeogebraR/www/> se pueden encontrar estos ejemplos interactivos, desarrollados con R, Geogebra y `opencpu`. Los ejemplos usando el enlace con `Rserve` están en <http://www.uclm.es/profesorado/vgomez/GeogebraR/>, pero no pueden visualizarse de manera inmediata porque requieren la instalación de Geogebra, R y `Rserve`.

## Control de Calidad

Este ejemplo se centra en el cálculo de las bandas de control a partir de una serie de observaciones en el tiempo. Las observaciones vienen representadas por puntos e indican mediciones de una variable sobre la que se hace el control de calidad. Por ejemplo, podrían ser mediciones de temperatura en un proceso industrial. Las bandas nos indican el rango en el que las observaciones están cuando el proceso está bajo control.

La Figura 1 muestra una captura de cómo se visualiza este ejemplo en el navegador. Pueden verse las observaciones (como puntos) y las bandas de control (como líneas). Estas bandas de control se calculan con comandos de R del paquete `qcc`, y se recalculan cada vez que se mueve uno de los puntos.

El objetivo de este ejemplo es mostrar a nuestros estudiantes de Ingeniería el efecto de las observaciones en el cálculo de las bandas de control. Este ejemplo se podría ampliar para tener otro conjunto de observaciones con el que utilizar las bandas para detectar si están dentro o fuera. De esta manera los alumnos tendrían una mejor idea de la importancia y utilidad de estas técnicas de control de calidad.

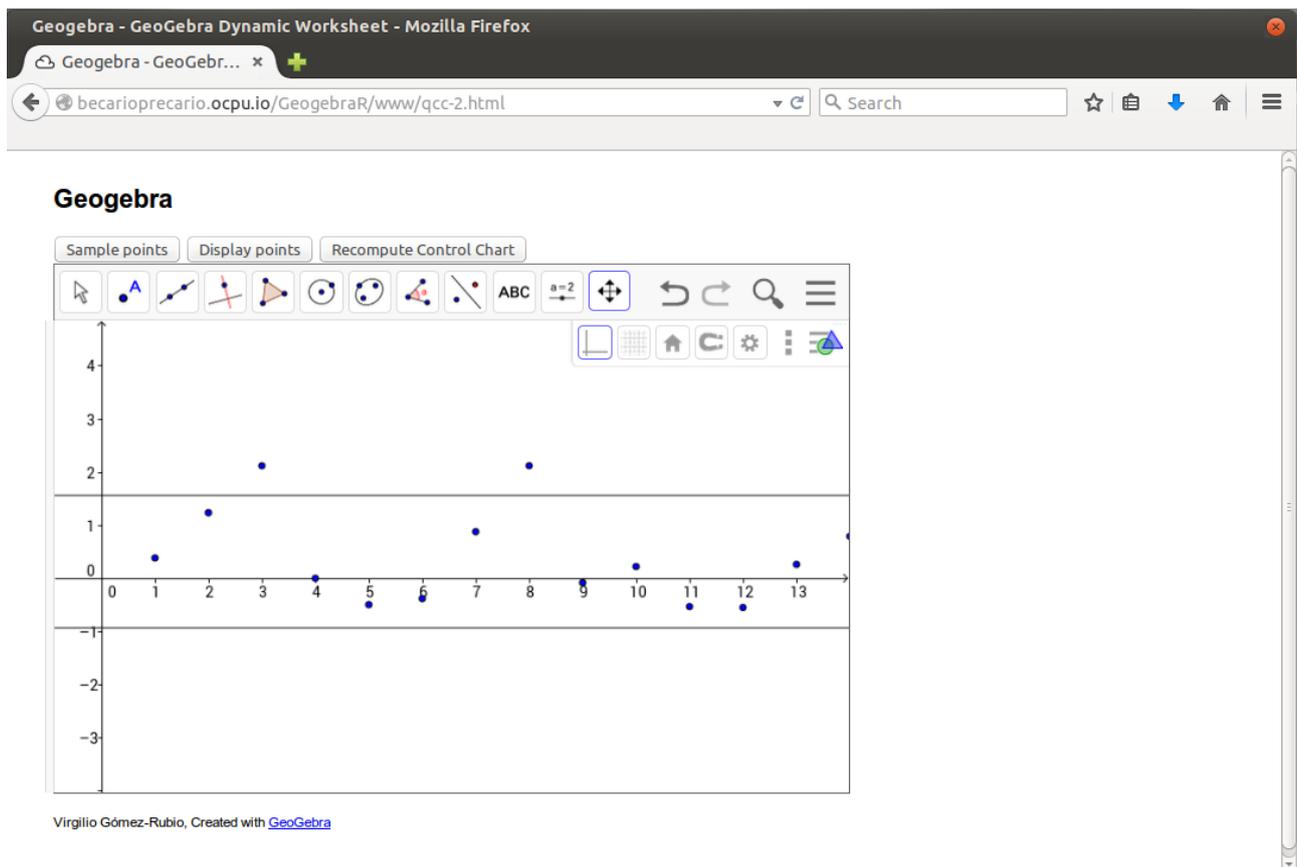


Figura 1. Control de Calidad con Geogebra y R.

## En un lugar de la Mancha...

En el siguiente ejemplo hemos usado algunos paquetes de R para cargar algunos mapas de municipios en Geogebra. Los mapas se han obtenido de la web del I.N.E. (<http://www.ine.es>) y se cargan en Geogebra como polígonos usando el enlace con R. La Figura 2 muestra los municipios de la provincia de Albacete.

El objetivo de este ejemplo es simplemente mostrar mapas en Geogebra. Estos mapas pueden ser usados para, por ejemplo, mostrar variables a nivel municipal (como tasa de paro, ingresos medios por hogar, etc.) rellenando los polígonos de distintos colores.

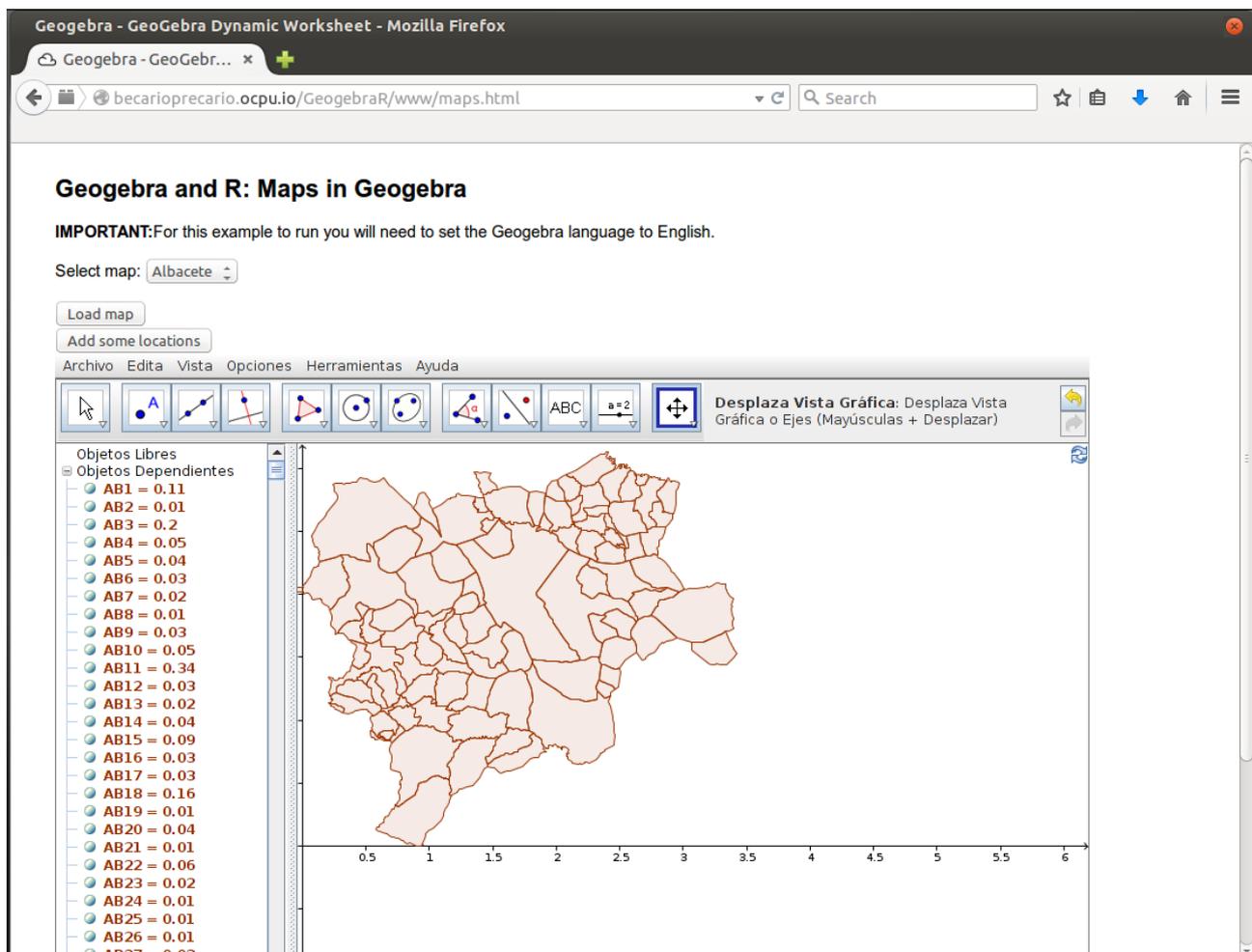


Figura 2. Mapa de los municipios de Albacete creado con Geogebra y R.

## Ajuste de una Curva a una Nube de Puntos

Por último, en la Figura 3 se puede ver un ejemplo de un ajuste de una curva a una nube de puntos. En este caso hemos usado un banco de datos de R llamado *cars*, que mide la velocidad de un coche y la distancia que tarda en frenar. A esta nube de puntos le hemos ajustado 3 curvas usando R: lowess, spline y polinomio de grado 5. Si se mueve cualquiera de los puntos, las curvas se recalculan.

El objetivo de este ejemplo es mostrar a los alumnos el efecto que tiene en el ajuste de curvas pequeñas modificaciones en los datos o la presencia de observaciones anómalas.

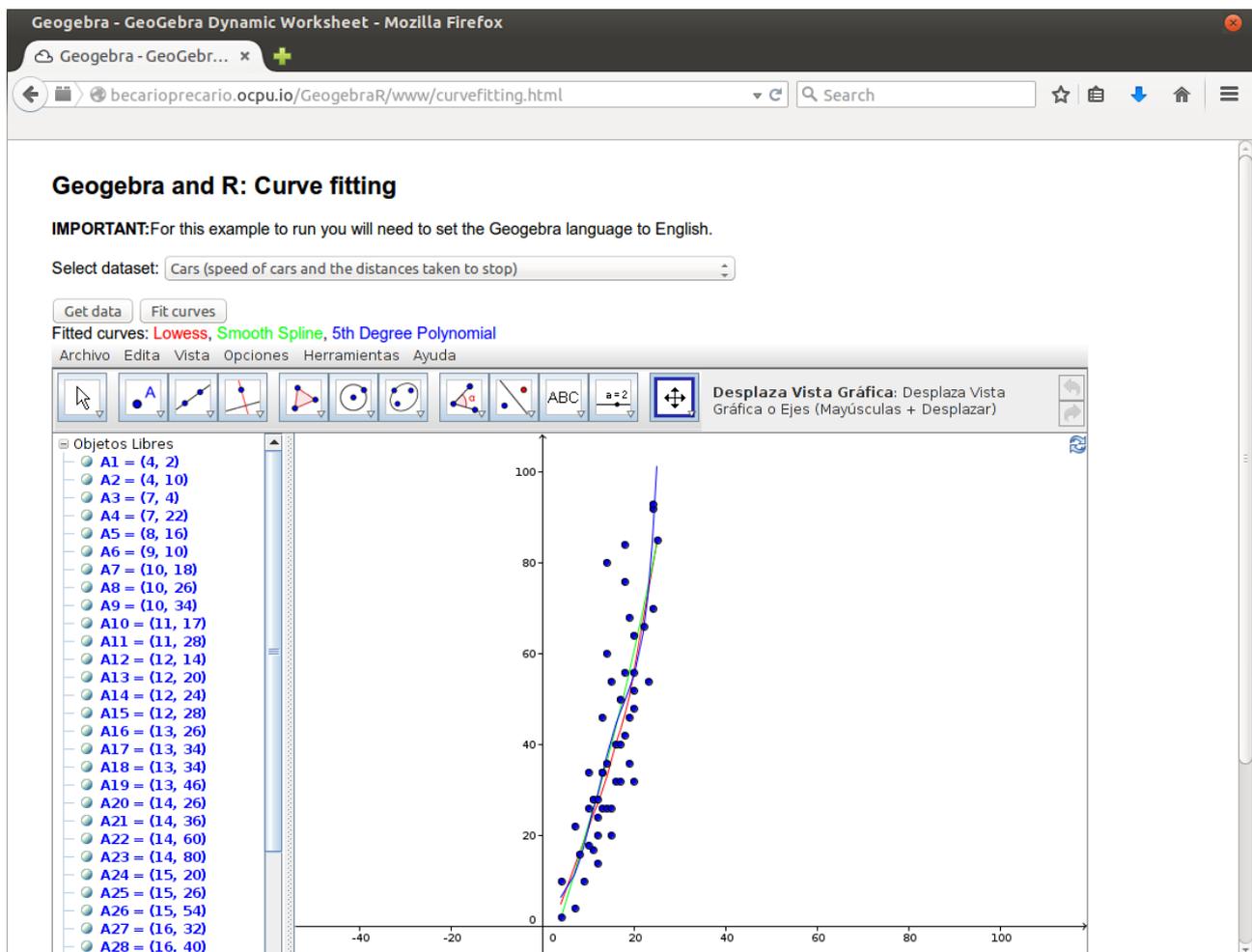


Figure 3. Ajuste de curvas a una nube de puntos.

## DISCUSIÓN

En este trabajo hemos presentado ejemplos que muestran el potencial de enlazar Geogebra y R. Por un lado, R permite mayores posibilidades para desarrollar contenidos didácticos de Probabilidad y Estadística, mientras que Geogebra proporciona un entorno interactivo único. Además, todo queda accesible desde el navegador, de manera que no es necesario que el usuario instale software alguno. En el futuro seguiremos ampliando la lista de ejemplos, que estará disponible en <http://becarioprecario.ocpu.io/GeogebraR/www/>.