

## Canihuá ahora con Python

M.I. Alberto Pedro Lorandi Medina

M.I. Guillermo Hermida Saba

Dr. Pedro Javier García Ramírez

Universidad Veracruzana

**Línea temática:** Nuevas formas de aprender y enseñar.

**Palabras clave:** Laboratorios virtuales, enseñanza de la ingeniería, Python, computación científica, software libre.

### Resumen

El presente trabajo describe la segunda etapa de desarrollo de Canihuá (Palabra Totonaca que significa “en todas partes”), un portal de laboratorios virtuales (LV), de matemáticas (LVM) y de simulación (LVS) que se está desarrollando en el Instituto de Ingeniería de la Universidad Veracruzana, por el Cuerpo Académico en Consolidación “Dinámica de Sistemas UVCA-281”, para apoyo a la enseñanza de la ingeniería, proyecto que tiene como objetivos: ofrecer un espacio virtual que complemente y llene los vacíos existentes en laboratorios convencionales (LC) para el desarrollo de prácticas, contar con un sistema algebraico computacional (SAC) en línea y brindar un sistema de composición de textos orientado a la creación de documentos que incluyan simbología matemática para nuestros estudiantes y académicos del Área Técnica. De ser posible, se pretende que este portal quede ligado a nuestro Sistema de gestión de aprendizaje (LMS) Eminus, para que todas las herramientas puedan ser integradas en nuestras experiencias educativas (EE) de licenciatura y posgrado enriqueciendo de diversas formas el proceso de aprendizaje y autoaprendizaje.

### Introducción

Dentro de los Programas Educativos del Área Técnica en las universidades, el modelado, análisis y simulación de sistemas tienen un carácter fundamental en la formación de los estudiantes y por tanto, las prácticas de laboratorio son fundamentales si se quieren consolidar los conceptos adquiridos en el aula y lograr un aprendizaje significativo. Sin embargo, en muchas universidades públicas e instituciones de educación superior, principalmente por la falta de presupuesto, existe una carencia importante de laboratorios y equipo que impactan negativamente el proceso de enseñanza aprendizaje. Afortunadamente, con el desarrollo de Internet y las nuevas tecnologías de virtualización y multiprocesamiento, se puede suplir esta carencia con una combinación de esquemas que van desde la ejecución de aplicaciones en la nube hasta virtualización y aplicaciones WEB, enriqueciendo de diversas formas el desarrollo de prácticas y el autoaprendizaje. El uso de laboratorios virtuales, remotos o de simulación en WEB por ejemplo, ofrece características realmente innovadoras y de mucho potencial para la docencia y, si además se desarrollan en código abierto o software libre, el costo se abate drásticamente.



## Contexto

Desde el proyecto Construcción de Modelos a Escala de Procesos Industriales, proyecto de investigación financiado por FOMES “91-31-29” cuyo objetivo era desarrollar equipo de laboratorio de bajo costo para la Universidad Veracruzana, y que originalmente participaron dos de los integrantes del ahora Cuerpo Académico Dinámica De Sistemas UV-CA-281, sobre la línea de investigación “Desarrollo de sistemas para la educación y la ingeniería”, registrada ante la Dirección de Investigaciones (D.I.) con el número LII006, se tuvo la visión de desarrollar laboratorios de bajo costo para la enseñanza de la ingeniería. En este proyecto se logró construir un par de prototipos didácticos para uso en prácticas de laboratorio en una Maestría en Ingeniería Eléctrica Opción Control, que sirvieron para la elaboración de al menos tres tesis de maestría en el Instituto de Ingeniería.

Este proyecto abrió la posibilidad de desarrollar laboratorios físicos de bajo costo pero también, por la tendencia en los últimos años de contar con aplicaciones en línea de todo tipo, llevó a pensar en el desarrollo de equivalentes virtuales que mediante un navegador WEB, permitieran acceder a un conjunto de aplicaciones científicas para llevar al cabo modelado, análisis, simulación y diseño de sistemas dinámicos.

Aunado a lo anterior, se detectó que ni en nuestra herramienta de educación en línea Eminus, ni en los portales institucionales y servicios que se ofrecen a la comunidad universitaria, se ofrecía la posibilidad de manejar ecuaciones matemáticas ni la posibilidad de usar software científico en línea en las experiencias educativas (E.E.) del Área Técnica y sería entonces de mucha utilidad contar con una serie de herramientas como las descritas.

Eminus por ejemplo ofrece un salón de clases y un área para compartir recursos pero sería deseable contar con una pizarra donde se pudieran realizar anotaciones matemáticas o inclusive solucionar sistemas de ecuaciones de todo tipo y graficar funciones matemáticas, algo como lo que se puede hacer con una notebook de Python o SAGE.

## Desarrollo del portal

Con todo lo anterior, se inició el proyecto “Desarrollo de software y prototipos para el modelado, simulación y control de sistemas dinámicos aplicados a la educación”, proyecto registrado ante la D.I. de la U.V. con el número 12179201197, donde cuatro de los integrantes de este C.A., decidieron incursionar en el desarrollo de laboratorios virtuales y remotos (Lorandi, Hermida, Ladrón-de-Guevara, & Hernández, 2011) construyendo un portal al que se le llamó Canihuá (Lorandi, Hermida, García-Reynoso, & Ladrón-de-Guevara, 2011) donde se pudiera hacer graficación, modelado, simulación y diseño de sistemas dinámicos vía WEB, usando cualquier navegador para Windows, Linux y MAC/OSX. En el desarrollo de este proyecto, se fueron incluyendo algunos componentes que permitían usar algunas aplicaciones de software libre como GNUPlot (gnuplot homepage) para graficar en 2 y 3 dimensiones funciones matemáticas, GNUOctave (GNU Octave) un programa libre para realizar cálculos numéricos, R (The R Project for Statistical Computing) un lenguaje y entorno de programación para análisis estadístico y gráfico, Maxima (Maxima) un sistema de álgebra computacional y Scilab (Scilab) software matemático, con un lenguaje de programación de alto nivel, para cálculo



científico, más algunos applets para hacer algunos análisis usados en control como gráficas de Bode, Root-Locus y Nyquist (Lorandi, Alfonso Gracia-Reynoso, & Vargas, Sistemas de Control en Canihuá, 2012).

El portal desarrollado en este proyecto fue sometido a varias pruebas con buenos resultados, la interface inicial fue desarrollada en PHP (PHP), java (Java) y algunos scripts CGI o Common Gateway Interface, pero al final no fue liberado públicamente porque el servidor donde estaba alojado todo el desarrollo del proyecto falló y no se logró su reparación satisfactoria, además de que quedó obsoleto e iba a ser dado de baja, pero sirvió para el desarrollo inicial del proyecto.

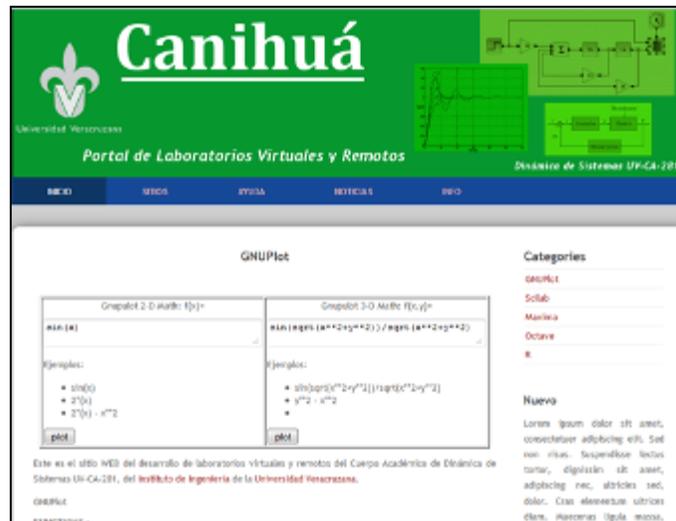


Ilustración 1 Portal Canihuá

Al finalizar el proyecto se inició una segunda etapa con una nueva perspectiva “Desarrollo del portal de laboratorios virtuales para el modelado, simulación y control de sistemas dinámicos aplicados a la educación” No. de registro DGI: 121792014194 pretendiendo montar Canihuá bajo Python usando 4 computadoras personales. El desarrollo se continuó pero se replanteó su tecnología en virtud de que como se comentó, originalmente estaba hecho en PHP, Java y algunos CGIs y se decidió cambiar a Python (Python) un lenguaje de programación de uso general, orientado a objetos e interpretado, dado su potencial en el terreno de la computación científica además de que ofrece muchas ventajas adicionales por la disponibilidad de una enorme cantidad de librerías y módulos que se han venido desarrollando. Aunado a lo anterior, se pensó en iPython (IPython) un shell interactivo que añade funcionalidades extra al modo interactivo incluido con Python y sus Notebooks (The IPython Notebook) una interfaz web para IPython, inspirada en los notebooks de Mathematica (Mathematica de Wolfram) un programa utilizado en áreas científicas, de ingeniería, matemáticas y áreas computacionales y Sage (SAGE ) un sistema algebraico computacional (en inglés CAS) que ofrece mejores alternativas a lo que se había pensado y diseñado originalmente.

Paralelo a esto y en virtud de que nuestra institución usa como base Windows y el desarrollo del portal se decidió hacerlo sobre Linux, se buscó la forma de poder validar a los usuarios contra Active Directory Services que es la base del acceso a toda la infraestructura de red en la U.V., después de una serie de



pruebas y búsqueda de herramientas libres se logró usar Centrifry Express (Centrifry Express) una familia de soluciones de integración con Active Directory para UNIX, Linux, Mac y dispositivos móviles, que permitió validar a los usuarios de UV.

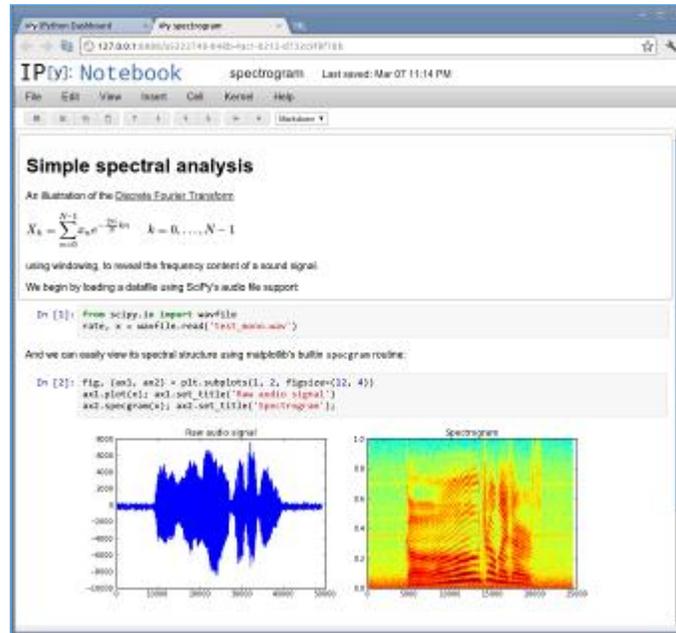


Ilustración 2 IPython Notebook

Durante esta segunda etapa de desarrollo surgieron muchas complicaciones que aún se están solucionando, los notebooks de IPython no ofrecen la posibilidad de usarse en ambientes multiusuario, lo que impide considerarlas para un uso compartido, por lo que se probaron diversas alternativas, desde IPEP 3 (IPEP 3 Multiuser support in the notebook), coLaboratory Notebook (coLaboratory Notebook) una extensión de Google Chrome para ejecutar IPython con Google Drive, Jiffylab (Jiffylab multiuser IPython notebooks) que usa docker (Docker) una plataforma para aplicaciones distribuidas (pero no es software libre), ipython-hydra (Hydra) una colección de scripts para ejecutar automáticamente notebooks de IPython para cada usuario que acceda a una página WEB y algunas otras más.

Recientemente en un artículo de Nature (Nature) (Interactive notebooks: Sharing the code) se descubrió Jupyter Project (Jupyter) y JupyterHub (JupyterHub: A multi-user server for Jupyter notebooks) que puede ser la solución definitiva para Canihúa.



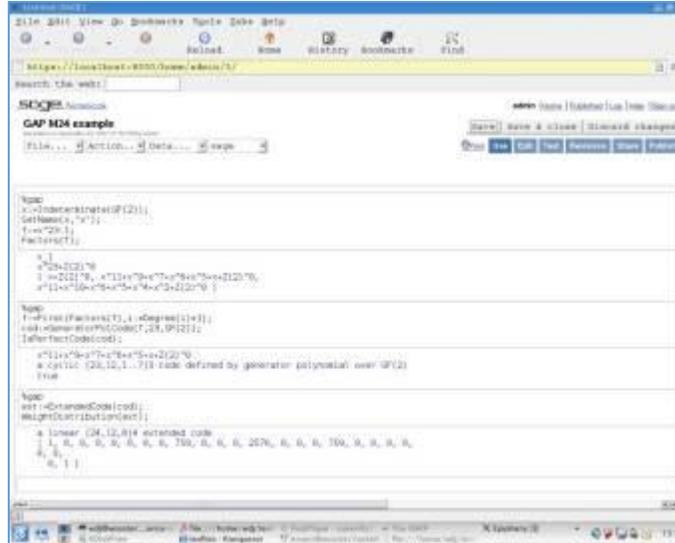


Ilustración 3 SAGE Notebook

## Resultados

Hasta el momento el proyecto avanza poco a poco, las pruebas consumen una buena cantidad de tiempo y hacen falta servicios sociales, algunos estudiantes de últimos semestres que puedan tomar parte del proyecto como tema de tesis y resolver la problemática de usar IPython notebooks en modo multiusuario y bajo una autenticación contra Active Directory Services, para poder pensar posteriormente en una integración con Eminus o en un portal independiente, que permita usar todo el potencial de Python en la docencia.

Se han realizado una buena cantidad de pruebas con todas las posibles soluciones para acceder a esta plataforma de manera nativa en nuestra red institucional de cómputo pero la integración de un servidor Linux a nuestra red institucional presenta muchas complicaciones y no se ha querido optar por hacer el desarrollo bajo Windows por querer mantener la solución bajo licencias de software libre.

Se espera que a finales de 2015 o mediados de 2016 ya se tenga un prototipo del portal en modo multiusuario y se pueda iniciar el análisis de su posible integración con Eminus o se ponga en línea un portal independiente, de hecho de manera experimental ya funciona en forma multiusuario.

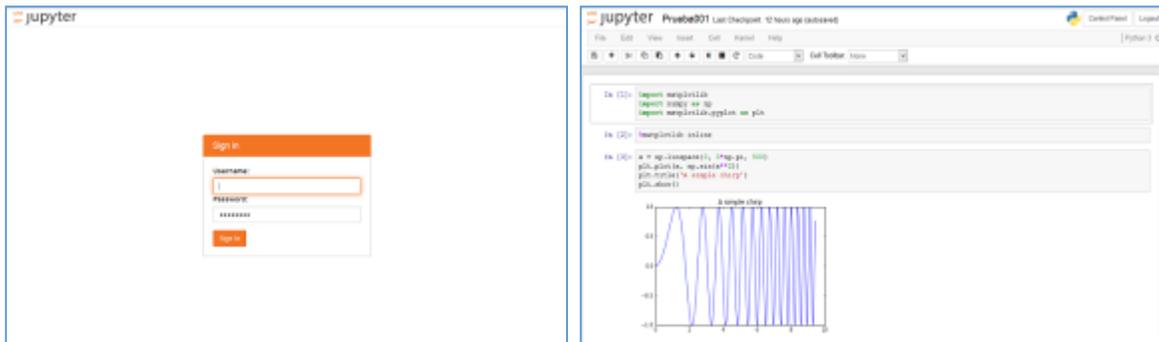


Ilustración 4 Aspecto del prototipo del nuevo portal



## Conclusiones

El proyecto presenta una innovación en la Universidad Veracruzana, hasta el momento no se tiene una plataforma de este tipo y puede llegar a resultar una herramienta muy versátil porque aparte de servir para el cálculo científico y como herramienta para la docencia en el Área Técnica, por ser Python un lenguaje de programación de uso general, orientado a objetos e interpretado, puede también servir como una plataforma para los cursos de programación de programas educativos como informática, sistemas computacionales administrativos y las carreras del Área Técnica.

Este proyecto también podría combinarse con las Sage Notebooks (Sage notebook) o inclusive, optar por el uso de estas como una opción adicional para el portal de Canihúa ya que también están basadas en Python.

El desarrollo solo es la base de futuras adiciones ya que tanto las IPython Notebook o las SAGE Notebooks pueden interactuar con R, Octave y Maxima y por ser de código abierto, la posibilidad de desarrollar librerías o inclusive conectar dispositivos como un Arduino (Arduino) o un Raspberry (Raspberry Pi) para hacer laboratorios virtuales que se comuniquen con el mundo real.

## Referencias

GNU Octave. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <https://www.gnu.org/software/octave/>

gnuplot homepage. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://www.gnuplot.info/>

IPython. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://ipython.org/>

Java. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <https://www.java.com/es/>

Lorandi, A., Alfonso Gracia-Reynoso, E. L.-d.-G., & Vargas, J. (2012). Sistemas de Control en Canihúa. *Revista Internacional de la Educación en Ingeniería, Vol. 5, No. 1, ISSN 1940-1116, AcademiaJournals.com, 28-34.*

Lorandi, A., Hermida, G., García-Reynoso, A., & Ladrón-de-Guevara, E. (2011). Gráficas y Matemáticas en un Navegador con Canihúa. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería, ISSN 1940-1116, Academia Journals, 49-55.*

Lorandi, A., Hermida, G., Ladrón-de-Guevara, E., & Hernández, J. (2011). Los Laboratorios Virtuales y Laboratorios Remotos en la Enseñanza de la Ingeniería. *Revista Internacional de Educación en Ingeniería, ISSN 1940-1116, Academia Journals, 24-30.*

Mathematica de Wolfram. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://www.wolfram.com/mathematica/>

Maxima. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://maxima.sourceforge.net/es/>



*PHP*. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://php.net/>

*Python*. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <https://www.python.org/>

*SAGE* . (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://www.sagemath.org/es/>

*Scilab*. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://www.scilab.org/>

*The IPython Notebook*. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://ipython.org/notebook.html>

*The R Project for Statistical Computing*. (s.f.). Recuperado el 23 de mayo de 2015, de <http://www.r-project.org/>

## Contacto

M.I. Alberto Pedro Lorandi Medina, [alorandi@uv.mx](mailto:alorandi@uv.mx)

M.I. Guillermo Hermida Saba, [ghermida@uv.mx](mailto:ghermida@uv.mx)

Dr. Pedro Javier García Ramírez, [jagarcia@uv.mx](mailto:jagarcia@uv.mx)

