



Universidad de Sonora
División de Ciencias Exactas y Naturales
Departamento de Física
Física computacional

Solución de Ecuaciones Diferenciales Ordinarias con Python

Actividad 8

Iveth R. Navarro

12 de marzo de 2021
Puerto Peñasco, Sonora, México

Resumen

La presente es una práctica de Física Computacional cuyo objetivo es explorar los métodos para resolver numéricamente problemas de valor inicial de ecuaciones diferenciales ordinarias sin considerar aún problemas de valor a la frontera.

Estudiar dos métodos de solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias: el método de Euler de un paso hacia enfrente y el método de multipasos de Runge-Kutta.

1. Introducción

La resolución de ecuaciones diferenciales es un conocimiento importante a adquirir. Más aún, el conocimiento del uso de una herramienta que agilice dicha resolución, resulta muy útil. Tal es el caso de la resolución de ecuaciones diferenciales en Python.

Esta actividad tiene como objetivo el explorar los métodos para resolver numéricamente problemas de valor inicial de ecuaciones diferenciales en Python. Se abordan dos métodos para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias: el método de Euler de un paso hacia enfrente y el método de multipasos de Runge-Kutta.

Para integrar ecuaciones diferenciales ordinarias, se hace uso del sub-paquete `scipy.integrate`, que proporciona varias técnicas de integración, incluido un integrador de ecuaciones diferenciales ordinario. Veremos primero la función `scipy.integrate.odeint` y después la función `scipy.integrate.solve_ivp`.

2. Desarrollo

Esta actividad se desarrolló en 3 ejercicios:

1. Actividad 8.1

Este ejercicio consistió en la resolución de una ecuación diferencial del oscilador de Van der Pol.



Figura 1. Balthasar van der Pol

2. Actividad 8.2

Este ejercicio consistió en reproducir la gráfica del plano fase (θ, ω) para distintos valores de μ .

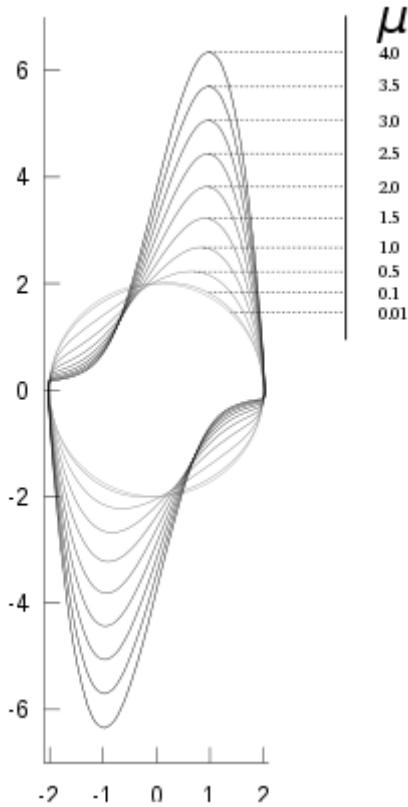


Figura 2. Gráfica del plano fase (θ, ω)

3. Actividad 8.3

Este ejercicio consistió en encontrar las soluciones de tres Ecuaciones Diferenciales Ordinarias, utilizando los siguientes métodos:

- Método de Euler
- Método de Runge-Kutta RK4
- Función `scipy.integrate.odeint`/`scipy.integrate – solve_ivp`

3. Resultados

El desarrollo completo para llegar a los resultados se encuentra en el .ipynb anexo en este repositorio.

1. Actividad 8.1

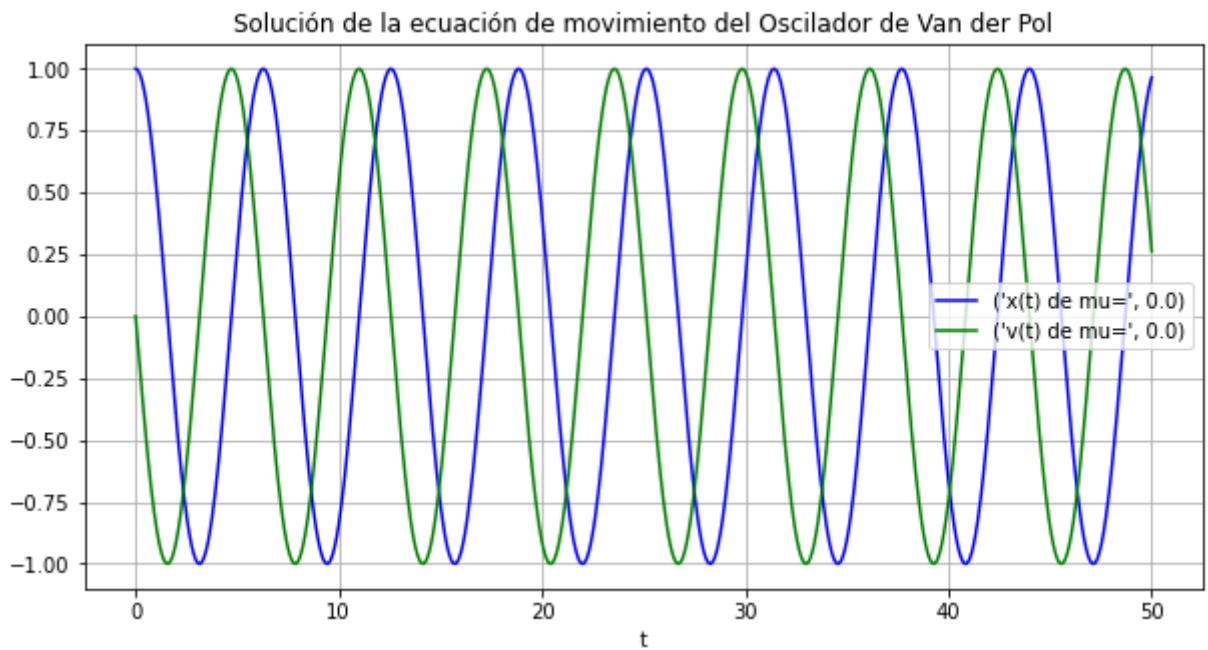


Figura 3. Resultado de la actividad 8.1

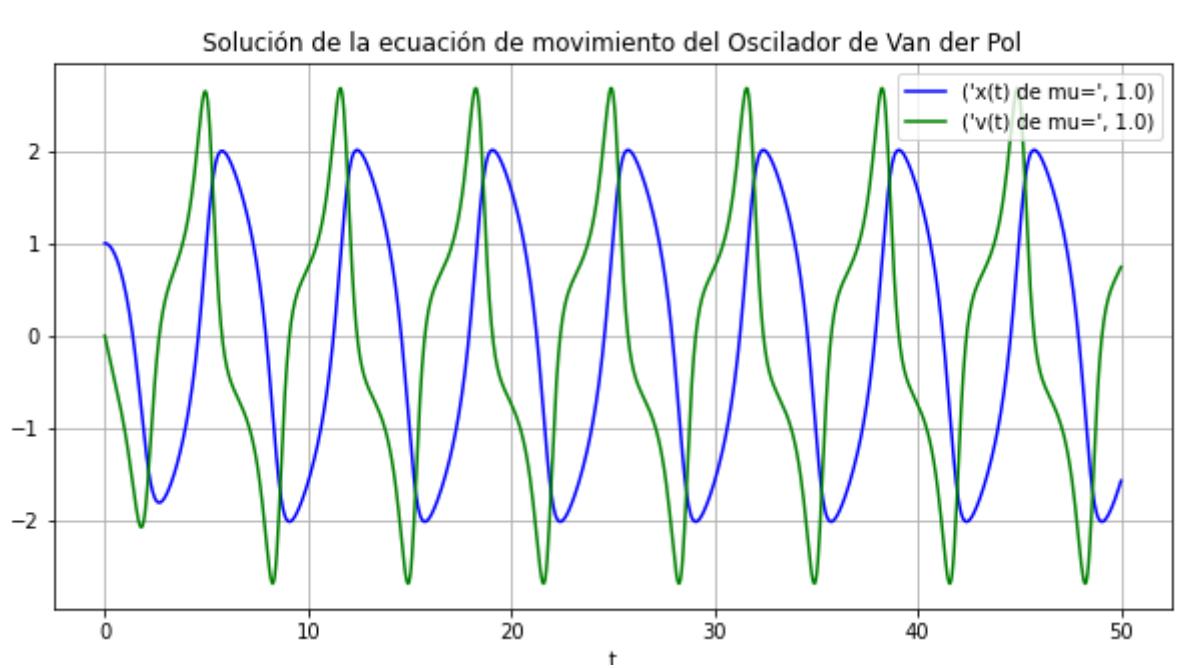


Figura 4. Resultado de la actividad 8.1

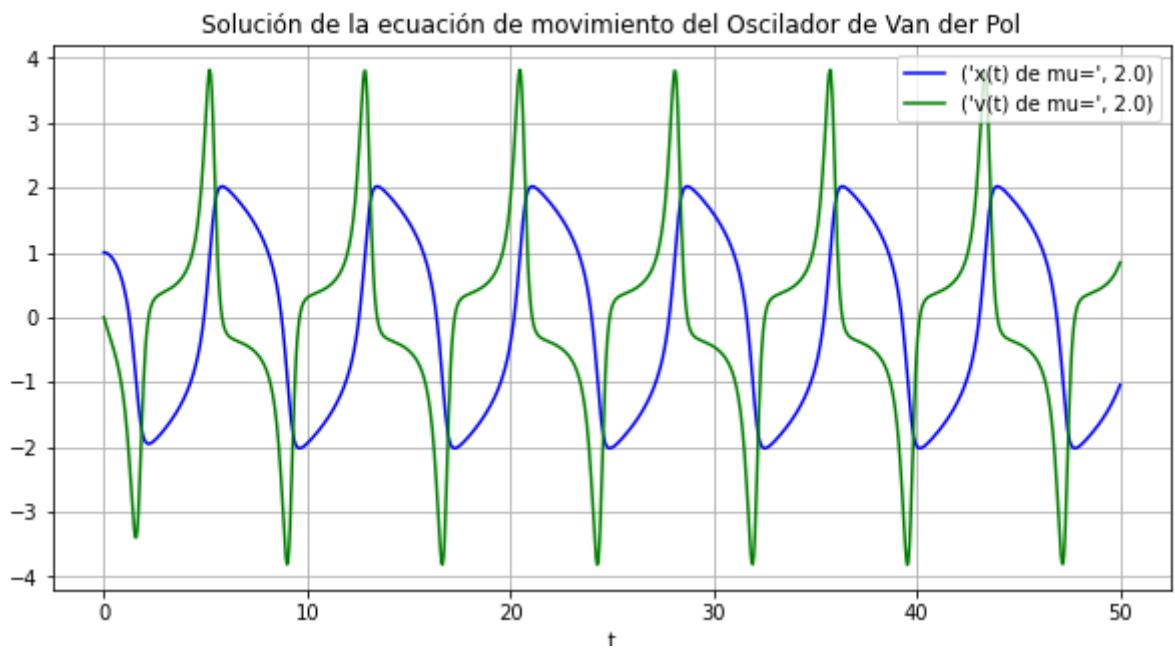


Figura 5. Resultado de la actividad 8.1

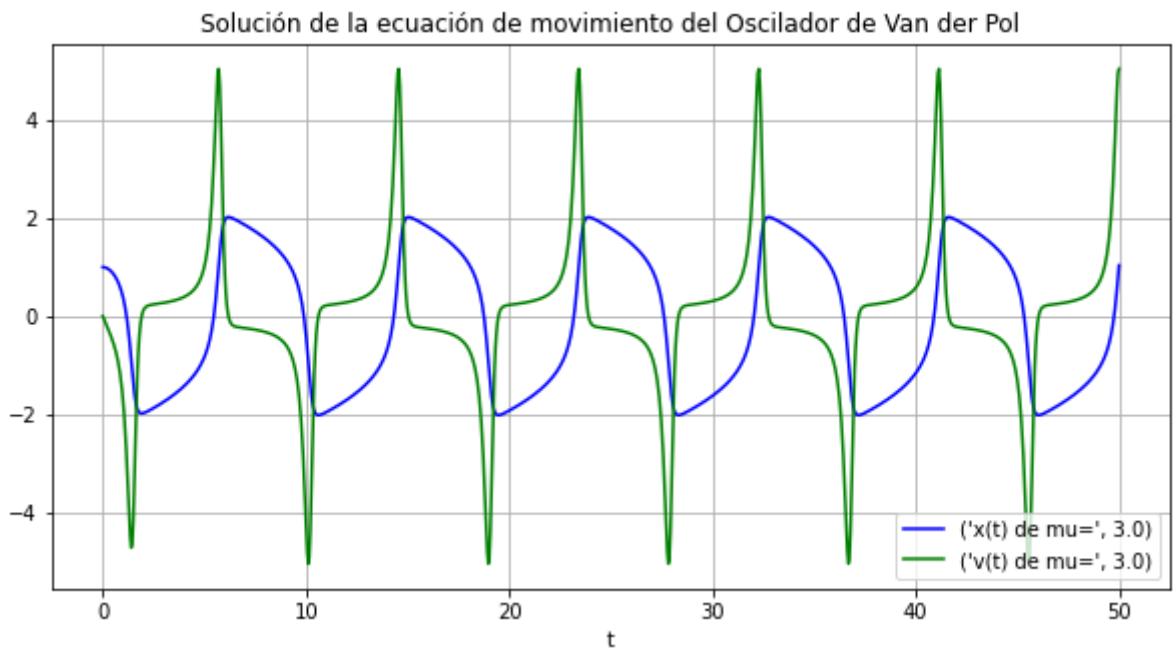


Figura 6. Resultado de la actividad 8.1

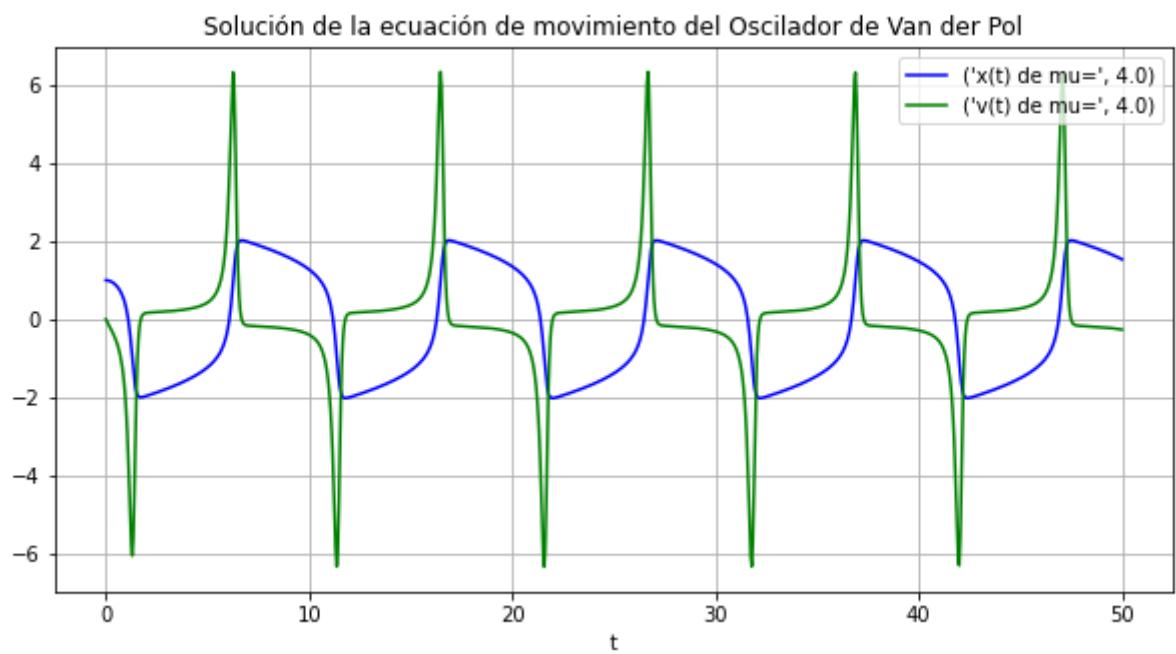


Figura 7. Resultado de la actividad 8.1

2. Actividad 8.2

Solución de la ecuación de movimiento del Oscilador de Van der Pol

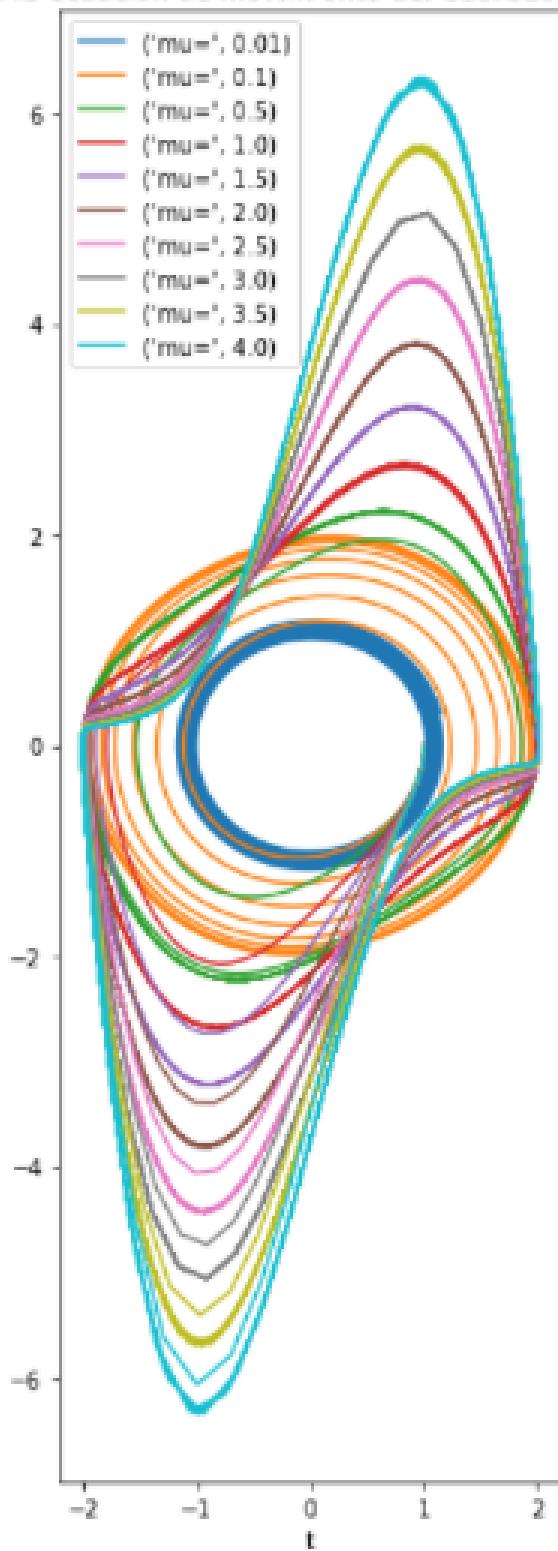
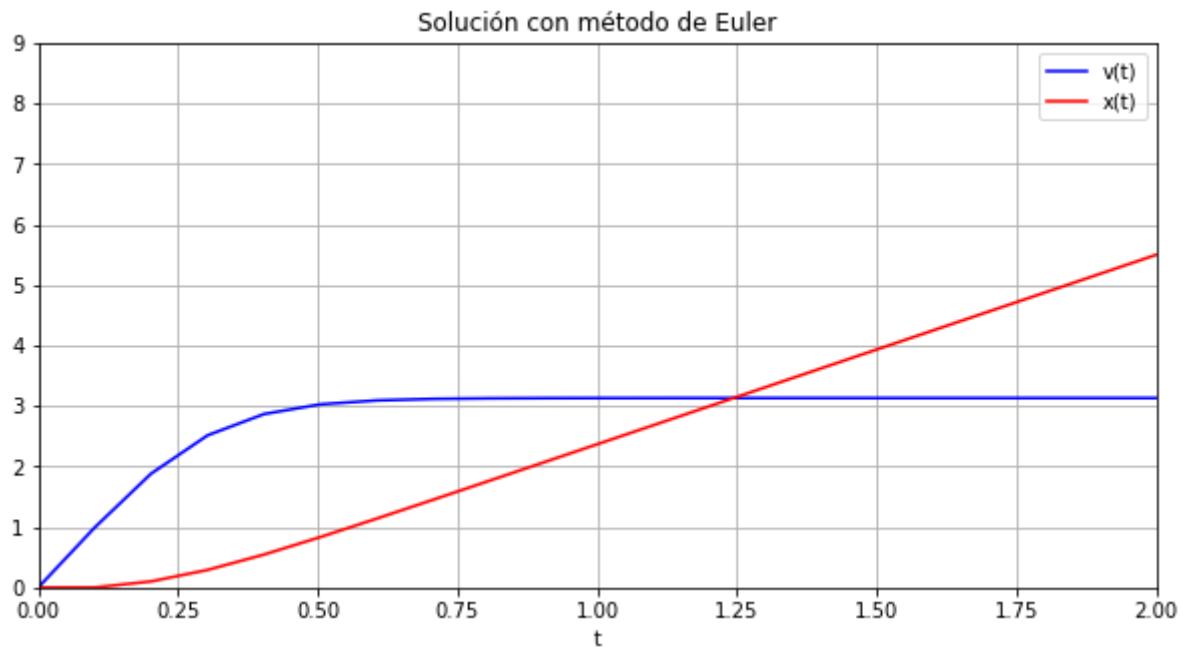
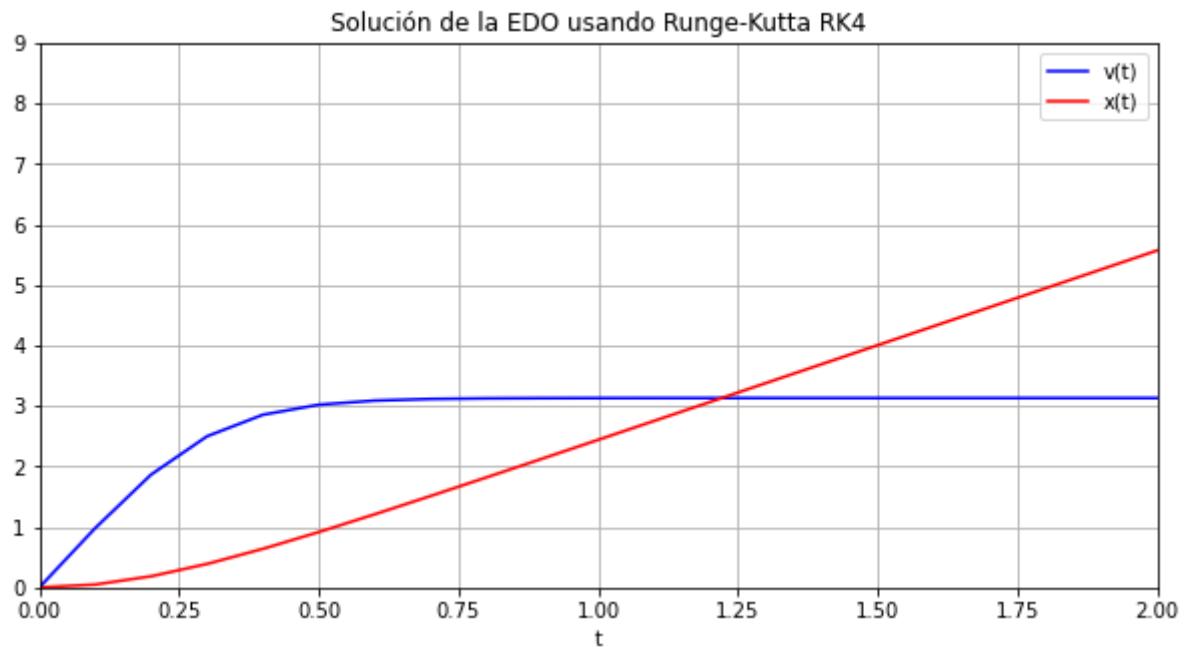


Figura 8. Resultado de la actividad 8.2

3. Actividad 8.3**4. Actividad 8.3.1****Figura 9. Resultado de la actividad 8.3.1****Figura 10. Resultado de la actividad 8.3.1**

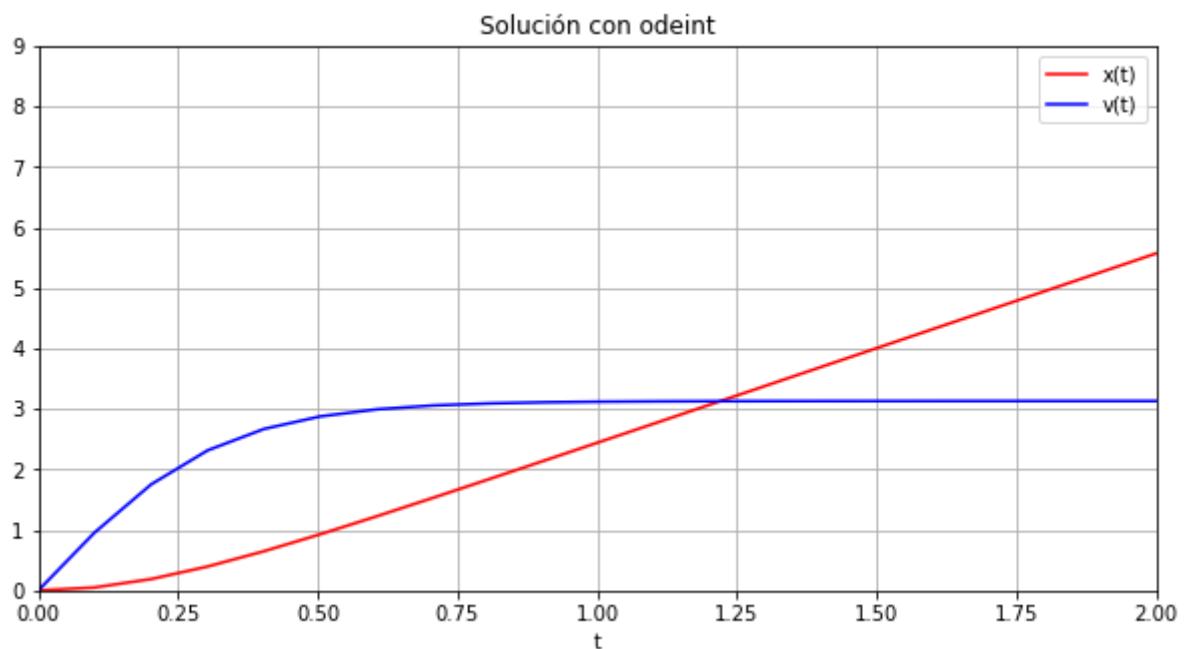


Figura 11. Resultado de la actividad 8.3.1

5. Actividad 8.3.2

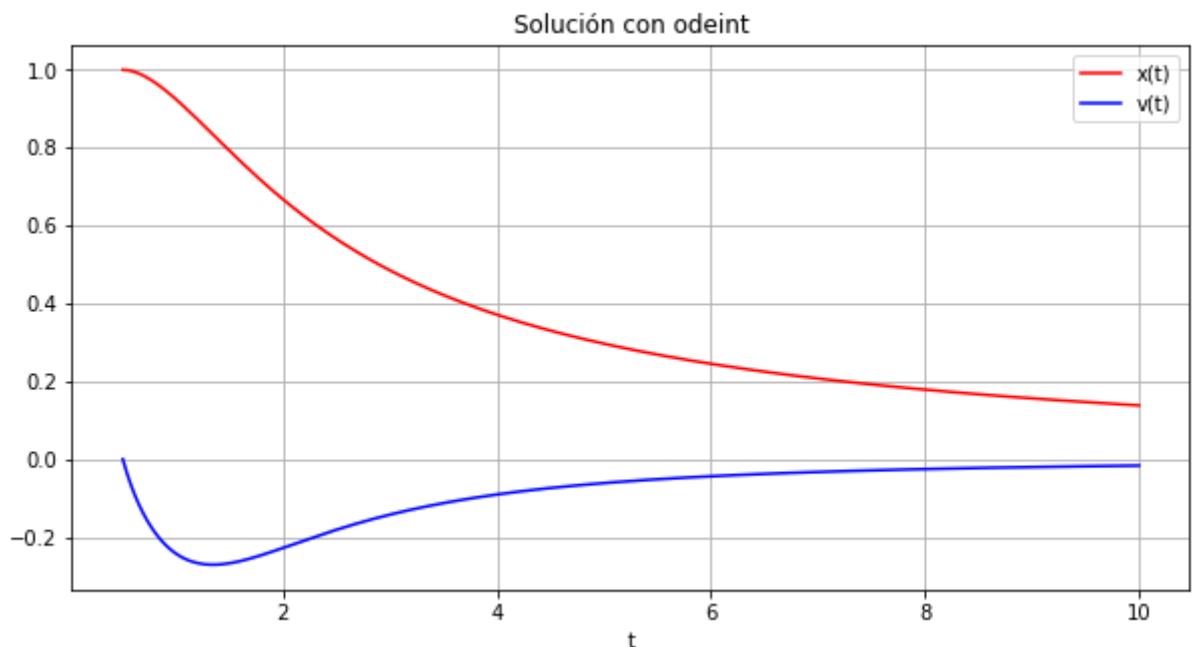


Figura 12. Resultado de la actividad 8.3.2

6. Actividad 8.3.3

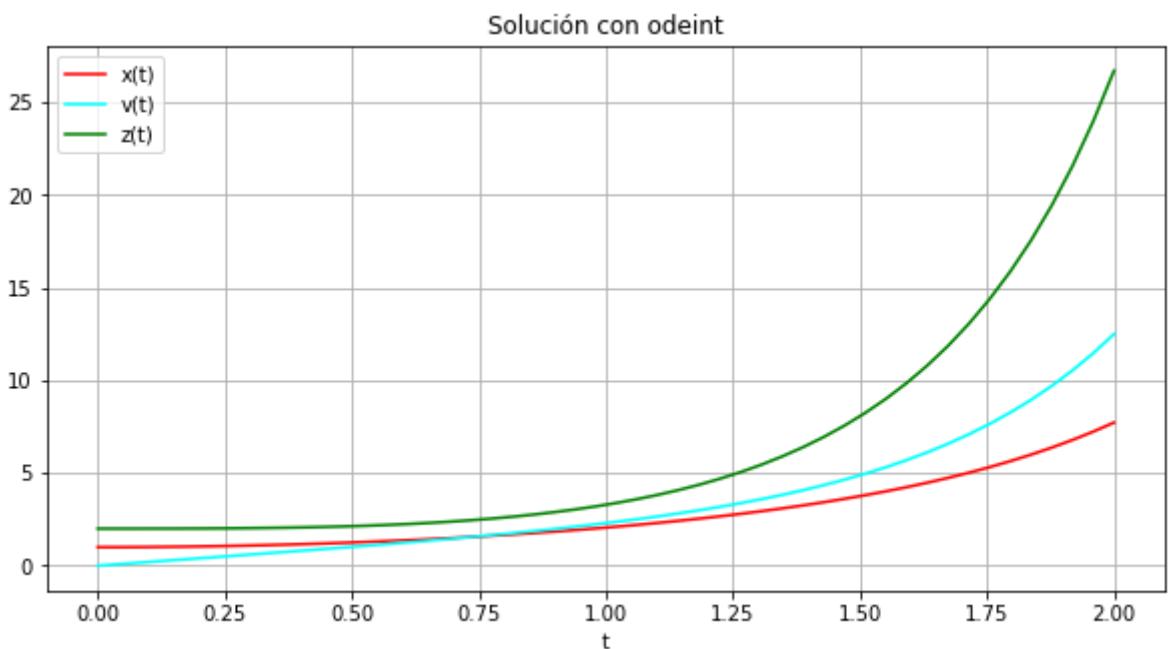


Figura 13. Resultado de la actividad 8.3.3

4. Conclusión

Esta actividad dio paso al conocimiento de una herramienta bastante útil. No me cabe duda de que las emplearé también en el futuro, ya sea por necesidad en cuanto a algún curso o para algún proyecto personal.

En lo personal, la función de *odeint* fue la más sencilla de emplear y comprender. Me llevé una sorpresa al realizar esta actividad, pues el desarrollo de ecuaciones diferenciales no fue tan tedioso o complicado como lo esperaba. Sin embargo, admito que puede dar pie a cierto tipo de confusión si no se presta atención.

Una observación personal sobre la actividad, sería que el fundamento teórico de la misma es un poco avanzada para nuestro nivel. En mi caso, tuve la oportunidad de aprender el método de Euler como un tema extra en el curso de Análisis numérico y si bien el desarrollo no fue básculo, fue suficiente pues el método es bastante simple. Sin embargo, el método de Runge-Kutta fue algo totalmente nuevo para mí; encontré información sobre el método en sí, pero no fui capaz de encontrar mucho sobre el método de multipasos, pues la mayoría de las fuentes lo manejan como un método de un paso. Al ser para mí el comprender la teoría detrás de la práctica una parte importante de la adquisición de conocimiento, lo que le cambiaría a esta actividad es tal vez el empleo de un método diferente. No me atrevería a pedir que se me proporcione información sobre el método en el planteamiento de la actividad, pues no me gustaría que mi incapacidad por investigarlo por cuenta propia sea alimentada, de modo que no se me ocurre otra alternativa.

Finalmente, puedo agregar que me resultó muy entretenido trabajar en esta actividad. Su nivel de complejidad desde mi perspectiva ronda entre el bajo y el intermedio.

5. Bibliografía

- La comunidad SciPy. (2021). Integration and ODEs (scipy.integrate) — SciPy v1.6.3 Reference Guide. SciPy.org. <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/integrate.html#module-scipy.integrate>