

Videos Matemáticos Educativos de Alta Calidad Elaborados por Profesores con Python Manim

High Quality Educational Math Videos Made by Teachers with Python Manim

MariCarmen González-Videgaray¹ y Rubén Romero-Ruiz²

¹UNAM Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, México, Naucalpan, 53150. México

mcgv@unam.mx

²UNAM Facultad de Estudios Superiores Acatlán, Alcanfores y San Juan Totoltepec s/n, México, Naucalpan, 53150. México

rubenr@unam.mx

Fecha de recepción: 24 de julio de 2023

Fecha de aceptación: 25 de septiembre de 2023

Resumen. Se ha mostrado que los videos educativos de matemáticas de tipo Khan Academy pueden ser eficaces y producir satisfacción en los alumnos. Estos videos generalmente son elaborados por instructores o profesores, a través del uso de tabletas digitales, escribiendo y dibujando de manera manual que, por lo tanto, es aproximada e inexacta. Sin embargo, hoy en día existe una biblioteca de Python llamada Manim, que permite elaborar videos educativos de matemáticas con precisión y alta calidad, además de un valor estético. En este trabajo se presenta la propuesta de usar Manim para elaborar este tipo de videos, dentro del entorno de desarrollo Google Colab. Se explica brevemente cómo hacerlo y se brinda un ejemplo completo. Se sugiere su uso combinado con actividades para darle un mayor valor pedagógico.

Palabras clave: Animación, Videos, Enseñanza de matemáticas, Manim, Python.

Summary. It has been shown that math educational videos of the Khan Academy type can be effective and produce satisfaction in students. These videos are usually created by instructors or teachers using digital tablets, writing and drawing manually, which can be approximate and inaccurate. However, nowadays there is a Python library called Manim that allows for the creation of math educational videos with precision and high quality, as well as aesthetic value. In this work, the proposal to use Manim to create this type of videos within the Google Colab development environment is presented. It briefly explains how to do it and provides a complete example. Its combined use with activities is suggested to add greater pedagogical value.

Keywords: Animation, Videos, Mathematics teaching, Manim, Python

1 Introducción

Los videos breves de tipo Khan Academy (<https://www.khanacademy.org/>), de acuerdo con la mayor parte de la literatura [1]–[5], han resultado eficaces y bien percibidos por los alumnos para aprender matemáticas. Estos videos se realizan, generalmente, a través de tabletas digitales (Wacom, Inspiroy), de manera manual, con un grabador de video de pantalla de computadora (video screen recorder). Si bien esto ha dado buen resultado, ahora también es posible hacer videos matemáticos animados de alta calidad con la biblioteca de Python llamada Manim [6].

Esta biblioteca fue creada recientemente por Grant Sanderson, quien indica que se trata de un “motor para realizar animaciones programáticas precisas, que permite crear videos matemáticos explicativos” [7]. Es decir, a diferencia de los dibujos manuales y aproximados que puede hacer un profesor con una tableta digital, se trata de figuras y fórmulas perfectas, programadas con código. Esto implica una curva de aprendizaje más escarpada y tener conocimientos básicos de Python, pero se obtienen resultados exactos y estéticos.

Por ello, en este trabajo proponemos una forma de utilizar la biblioteca Manim de Python, para que los profesores aprendan su uso de manera relativamente sencilla, e incursionen en la realización de videos con animaciones sencillas que, posteriormente, pueden hacerse más complejas y elaboradas..

2 Estado del arte

2.1 La evaluación educativa en las Instituciones de Educación Superior.

Realizamos el siguiente perfil de búsqueda en Scopus (23 de abril 2023):

TITLE ((video OR animat*) AND math* AND (educat* OR learn* OR teach OR instruct*))

Con lo cual obtuvimos, a través de la herramienta Analyze Results de este mismo índice, la Figura 1, que indica que se ha incrementado el interés en la elaboración de videos o animaciones instruccionales para enseñar o aprender matemáticas, llegando a 18 documentos por año, en 2020.

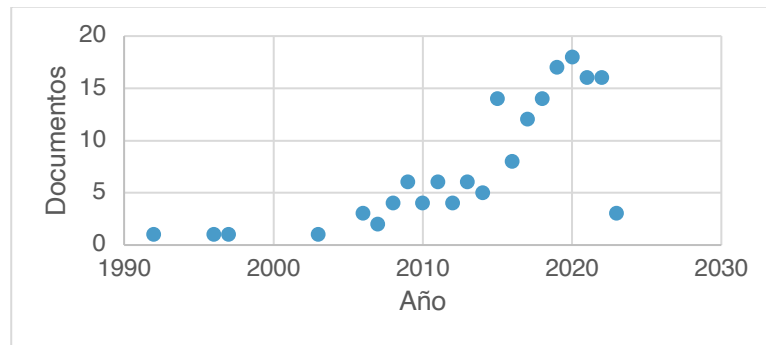


Figura 1. Documentos en Scopus por año con el perfil de búsqueda mencionado arriba.

La animación puede tener una gran importancia en el aprendizaje de las matemáticas, ya que puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos abstractos de una manera visual y dinámica. La animación puede permitir que los estudiantes vean cómo se aplican las fórmulas y cómo se realizan los cálculos en tiempo real, lo que puede ayudar a fijar los conceptos en la mente de manera más efectiva. Esto se puede lograr a través de videos instruccionales que vayan explicando paso a paso los conceptos y procedimientos.

Los videos también tienen ventajas como dejar objetos de aprendizaje permanentes que pueden ser visualizados en cualquier lugar y momento. Por ejemplo, el profesor puede colocarlos en YouTube, Moodle o Google Classroom, de manera que, si un alumno no asistió -o no puso atención- a cierta clase, pueda tener acceso a ella. El video se puede pausar, regresar y ver tantas veces como se desee.

A pesar de lo anterior, autores como Amalric et al. [8] han encontrado recientemente que visualizar videos instruccionales cortos de matemáticas es insuficiente para producir un aprendizaje significativo. Por su parte, Kelly y Rutherford [9] no detectaron diferencia estadística entre quienes vieron videos de Khan Academy y quienes no lo hicieron. Esto puede deberse a muchas causas, como la falta de interacción entre los profesores y los estudiantes, o la escasa o nula realización de actividades motivadoras relacionadas con cada tema.

Nuestra postura al respecto es que los videos instruccionales cortos de matemáticas son útiles, pero no garantizan por sí mismos el aprendizaje de conceptos y procedimientos. Para que ocurra el aprendizaje es necesario vincular los videos con actividades relacionadas con el objetivo en cuestión. Sin embargo, en la medida en que los videos sean de mayor calidad, su efecto será más positivo y significativo.

3 Metodología

En esta sección se describe brevemente la forma de uso de la biblioteca Manim dentro del entorno de programación llamado Google Colab o Google Colaboratory.

3.1 Manim Community Edition

Se ha elegido la versión de Manim que está alojada en el sitio Manim CE [6] por ser estable, mantenida por una comunidad activa y por su funcionamiento sin tropiezos dentro de Google Colaboratory, VS Code, el IDLE de Python o Jupyter.

3.2 Google Colaboratory

Se ha elegido el entorno de desarrollo Google Colab o Google Colaboratory para este trabajo, por varias razones:

- No es necesario instalar nada.
- El ambiente es amigable y permite tanto insertar fragmentos de código (scripts), como texto en Markdown, LaTeX, imágenes, videos, direcciones URL, entre otras cosas.

- Es independiente del sistema operativo, es decir, funciona bajo Windows, MACOS o Linux.
- Utiliza los recursos computacionales de Google, que son muy potentes.
- Produce adecuadamente los videos resultantes del código, que pueden descargarse en formato MP4. Este formato permite guardarlos en el equipo del usuario, colocarlos en YouTube, Moodle, Classroom o cualquier sistema de gestión del aprendizaje.

Para utilizar Google Colaboratory simplemente se debe contar con una cuenta de Gmail y habilitar este recurso. En Google Colab se pueden crear cuadernos con el contenido que se desee.

3.3 Funcionamiento de Manim

Manim está constituido por tres grandes elementos:

- La escena
- Los objetos
- Las animaciones

La **escena** es el espacio de la animación, que por omisión es negro, pero puede modificarse para cambiarle el color o insertar una imagen, según se requiera. También puede agregarse una cuadrícula o malla (grid), o los ejes coordenados en dos o tres dimensiones.

Los **objetos** son elementos de texto, fórmulas, figuras o funciones matemáticas, que pueden colocarse en la escena y animarse de múltiples formas, para lograr el objetivo de aprendizaje previamente planteado.

Las **animaciones** son atributos que pueden agregarse a los objetos, para moverlos o, literalmente, transformarlos de manera dinámica, estética y atractiva.

3.4 Cómo ejecutar Manim en Google Colab

Primero, se debe copiar y ejecutar el código requerido para que Manim funcione dentro de Google Colab, tomándolo a partir de la dirección web siguiente: <https://docs.manim.community/en/stable/installation/jupyter.html#google-colaboratory>. Hecho esto, que tardará unos tres minutos, se debe reiniciar el entorno de ejecución, para luego insertar y ejecutar el código:

```
from manim import *
```

3.5 Uso y pruebas de la herramienta

Una vez dentro del entorno de desarrollo, Google Colab, es posible colocar texto explicativo y código. Esto permite elaborar lo que se llaman cuadernos, que son espacios de trabajo que pueden incluir texto, imágenes, videos, direcciones URL, fórmulas, código y resultados de ejecutar el código.

Estos cuadernos son excelentes herramientas didácticas, puesto que son claros, eficaces e interactivos. Es posible compartirlos con los estudiantes, descargarlos en formato IPYNB o PY, abrirlos con Jupyter (que es otro entorno de desarrollo, también gratuito) e imprimirlos en PDF. En esta ponencia proponemos que sean los docentes quienes aprendan a elaborar videos con Manim, para enriquecer sus clases.

El profesor de matemáticas puede tomar como base el ejemplo que se describe en este trabajo para hacer variantes que le resulten de interés. Las fórmulas matemáticas se pueden escribir con las instrucciones MathTex, si incluyen texto y ecuaciones, o Tex si son sólo ecuaciones. La escritura se hace con LaTeX estándar

4 Resultados

A continuación, en la Figura 2, se muestra el código de un script que genera el video en MP4 de un segmento de recta que se mueve de acuerdo con el valor —variable— de la pendiente, que cambia entre -1 y 1. En este caso el video se generó con una calidad baja (véase “ql” en la primera instrucción, que significa quality low). Si se desea, es posible mejorar la calidad del video colocando “qh” o “qk”, pero el video tardará más en producirse y

será más pesado. La ventaja es que, una vez obtenido el video, es posible guardarlo y reutilizarlo como se desee, en cualquier momento.

Como se ve, para iniciar el código se escribe %%manim, que es la “función mágica” que permite ejecutar Manim dentro de Google Colab. La clase Recta es en sí misma el código que permitirá realizar el video: contiene la escena, los objetos y la animación.

En la Figura 3 se puede observar una imagen que contiene una captura de pantalla del video resultante del código.

```
1 %%manim -ql -v WARNING Recta
2
3 class Recta(Scene):
4     def construct(self):
5         # Se crean los ejes en rojo y con números:
6         ejes = Axes(
7             axis_config={"include_numbers":True}
8         ).set_color(RED)
9         # Se establece el valor de b en y=mx+b:
10        b = 0
11        # Se crea el objeto texto de "Pendiente":
12        pendiente = Text("Pendiente= ").shift(UP*3.35+RIGHT*4).scale(0.7)
13        # Se crea un objeto que contiene un número decimal:
14        decimal = DecimalNumber(-1).to_corner(UR)
15        # Se crea la pendiente como valor variable:
16        m = ValueTracker(-1)
17        # El objeto decimal toma el valor de m:
18        decimal.add_updater(lambda d: d.set_value(m.get_value()))
19        # Se agrega el objeto decimal al video:
20        self.add(decimal)
21        # Se agregan los ejes al video:
22        self.add(ejes)
23        # Se crea el objeto recta que siempre se dibuja:
24        recta = always_redraw(lambda: ejes.plot(lambda x: m.get_value()*x+b, x_range=[-4, 4])).set_color(GREEN)
25        # Se agregan recta, texto pendiente y decimal:
26        self.add(recta, pendiente, decimal)
27        # Se anima el valor de la pendiente:
28        self.play(m.animate.set_value(1), run_time=10)
29        # Se espera un segundo para terminar:
30        self.wait(1)
```

Figura 2. Código para crear el video de una recta con pendiente variable entre -1 y 1.

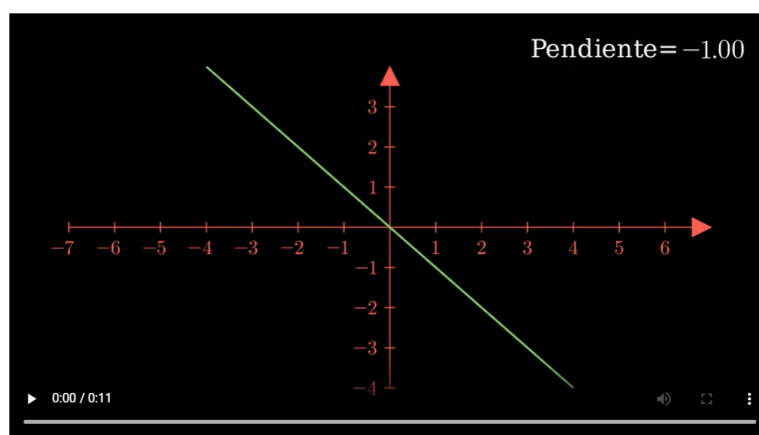


Figura 3. Video de una recta con pendiente variable entre -1 y 1. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=yicKRs5qHdE>.

5 Conclusiones y líneas futuras de investigación

En este documento hemos hecho un breve recorrido por el uso de la biblioteca Manim de Python, que permite elaborar videos de muy alta calidad, con una finalidad instruccional para enseñar matemáticas. Consideramos que los profesores interesados podrían motivarse a su uso con este breve texto. Se ha descrito con detalle un ejemplo, para que se incursione en la herramienta y se hagan diversas variantes. Invitamos a los profesores a animarse a probar este código.

La biblioteca Manim es muy poderosa y cuenta con cantidad de funciones y atributos que pueden modificar las figuras y fórmulas matemáticas, brindándoles vida y animación. También es posible, como se puede observar

en el video de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=nsTSAwavLZg&t=4s>, editar los videos producidos en MP4 y agregarles sonido, ya sea música, voz o ambos.

Por otro lado, al ser una biblioteca de Python, Manim adquiere todo el potencial de éste. Es posible, por sólo poner un ejemplo, tomar la biblioteca SciPy y usar las distribuciones de probabilidad para hacer sus funciones de densidad con parámetros variables en un video estético y colorido. Todo estará en función de la creatividad y la habilidad de los profesores para usar esta herramienta. Para inspirarse, se recomienda ver la página *Example Gallery* [10].

Como posible desventaja podemos señalar que Manim requiere elementos de programación en Python, que no son del todo fáciles para los profesores de matemáticas, en general y no todos los docentes manejan LaTeX.

Como línea futura de investigación, los autores sugerimos estudiar las posibilidades reales de los profesores de matemáticas para hacer este tipo de videos, así como sus efectos en los alumnos, dentro de rutas instruccionales complementarias.

6 Agradecimientos

Los autores agradecemos a la UNAM DGAPA por su apoyo, a través del proyecto PAPIME PE 301521.

Referencias

- [1] C. Thompson, “How Khan Academy is changing the rules of education”, *Wired Mag.*, vol. 126, 2011.
- [2] H. E. Vidergor y P. Ben-Amram, “Khan academy effectiveness: The case of math secondary students’ perceptions”, *Comput. Educ.*, vol. 157, p. 103985, nov. 2020, doi: 10.1016/j.compedu.2020.103985.
- [3] D. M. Martínez, “GIFT: Using Khan Academy as an Open Educational Resource and Online Homework Tool for Introduction to Engineering”, *2021 First-Year Eng. Exp.*, 2021.
- [4] S. Yassine, S. Kadry, y M. A. Sicilia, “Statistical Profiles of Users’ Interactions with Videos in Large Repositories: Mining of Khan Academy Repository”, *KSII Trans. Internet Inf. Syst.*, vol. 14, núm. 5, pp. 2101–2121, 2020, doi: 10.3837/tiis.2020.05.013.
- [5] K. L. Rueda Gómez y A. P. Guzmán Duque, “Khan-Academy una estrategia innovadora para mejorar la calidad en la educación superior a través del rendimiento académico de los estudiantes”, *Rev. Pedagog.*, vol. 39, núm. 105, pp. 239–264, 2018.
- [6] The Manim Community Dev Team, “Manim Community”, *Manim Community Edition*, 2022. <https://docs.manim.community/en/stable/index.html> (consultado feb. 28, 2023).
- [7] G. Sanderson, “3b1b / manim”, *GitHub*, 2023. <https://github.com/3b1b/manim> (consultado abr. 22, 2023).
- [8] M. Amalric, P. Roveyaz, y S. Dehaene, “Evaluating the impact of short educational videos on the cortical networks for mathematics”, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, vol. 120, núm. 6, p. e2213430120, feb. 2023, doi: 10.1073/pnas.2213430120.
- [9] D. P. Kelly y T. Rutherford, “Khan Academy as supplemental instruction: A controlled study of a computer-based mathematics intervention”, *Int. Rev. Res. Open Distance Learn.*, vol. 18, núm. 4, pp. 70–77, 2017, doi: 10.19173/irrodl.v18i4.2984.
- [10] The Manim Community Dev Team, “Example Gallery”, 2022. <https://docs.manim.community/en/stable/examples.html> (consultado abr. 22, 2023).