

La interacción gráfica en Python como herramienta para mejorar el aprendizaje en microeconomía y macroeconomía

Carlos Andrés Palacio Gómez

El presente artículo fue presentado como monografía de grado para optar al título de Economista de la Universidad de Antioquia 2022. La investigación contó con la asesoría de Alexander Tobón, profesor titular del Departamento de Economía e investigador del Grupo de Macroeconomía Aplicada de la Universidad de Antioquia.



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**FACULTAD DE CIENCIAS
ECONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE
ECONOMÍA**

Medellín - Colombia

Comité editorial:

Carlos Andrés Vasco Correo M.Sc
Ramon Javier Mesa Callejas



© Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Antioquia. 2021

Jair Albeiro Osorio Agudelo
Decano de Facultad

Ramon Javier Mesa Callejas
Jefe de Departamento de Economía

Carlos Andrés Vasco Correa
Director Revista Lecturas de Economía.

La interacción gráfica en Python como herramienta para mejorar el aprendizaje en microeconomía y macroeconomía

Carlos Andrés Palacio Gómez *

Introducción. – I. Reflexiones acerca de un modelo de enseñanza-aprendizaje de la microeconomía y la macroeconomía. – II. Las promesas del uso de tecnología en la enseñanza de la economía en el siglo XX. – III. El uso de Python en educación. – IV. Resultados de aprendizaje asociados a la interacción gráfica con Python. – V. Metodología para el diseño de una herramienta gráfica en Python. – VI. La herramienta de interacción gráfica. – VII. Guía de uso de la herramienta gráfica. – VIII. Conclusiones. – Referencias

Resumen

El objetivo de este trabajo es proponer una herramienta computacional interactiva que aporte al desarrollo de la inferencia gráfica durante el aprendizaje de la microeconomía y macroeconomía por parte de los estudiantes de Economía. Para lograr este objetivo, se proponen resultados de aprendizaje en torno a la enseñanza de la microeconomía y la macroeconomía. Posteriormente, se identifican las dificultades cognitivas relacionadas con el aprendizaje de algunos de los modelos teóricos contenidos en estas dos áreas curriculares. En particular, se señala la deficiencia en la inferencia visual de la relación de variables económicas. Finalmente, se propone una herramienta gráfica en el lenguaje de programación Python, la cual permite que los estudiantes mejoren la deducción de los razonamientos contenidos en las teorías del consumidor y de la empresa en microeconomía, y en los modelos IS-LM y de crecimiento económico de Solow-Swan en macroeconomía.

Palabras clave: Python, Matplotlib, enseñanza de la microeconomía, enseñanza de la macroeconomía, uso de gráficas en economía.

* Estudiante de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Antioquia. Trabajo de grado para optar al título de economista 2024. Correo electrónico: carlos.palacio3@udea.edu.co carlospalaciogomez@hotmail.com. Asesor Alexander Tobón, profesor titular del Departamento de Economía e investigador del Grupo de Macroeconomía Aplicada de la Universidad de Antioquia.

Abstract

The objective of this paper is to propose an interactive computational tool that contributes to the development of graphical inference during the learning of microeconomics and macroeconomics by Economics students. To achieve this objective, learning outcomes are proposed around the teaching of microeconomics and macroeconomics. Subsequently, cognitive difficulties related to the learning of some of the theoretical models contained in these two curricular areas are identified. In particular, the deficiency in the visual inference of the relationship of economic variables is pointed out. Finally, a graphical tool in the Python programming language is proposed, which allows students to improve the deduction of the reasoning contained in the theories of the consumer and the company in microeconomics, and in the IS-LM and Solow-Swan economic growth models in macroeconomics.

Key words: Python, Matplotlib, teaching microeconomics, teaching macroeconomics, using graphs in economics.

Clasificación JEL: A220

Introducción

Una de las quejas frecuentes de los profesores es que los estudiantes de Economía tienen deficiencias en el aprendizaje relacionadas con la inferencia gráfica. En efecto, en áreas curriculares como la microeconomía y la macroeconomía, el uso intensivo de gráficas es esencial para comprender los razonamientos de los distintos modelos teóricos, su lógica intrínseca y sus principales resultados. Sin embargo, el estudiante de Economía suele tener problemas para desarrollar una intuición que le permita interpretar adecuadamente dichas gráficas. Estos problemas se evidencian en errores e inseguridades del estudiante al momento de responder preguntas y hacer los respectivos análisis gráficos.

Los problemas de inferencia gráfica no pasan inadvertidos. De hecho, esta deficiencia puede ser acumulativa y extrapolarse a otras áreas curriculares. Si el estudiante de Economía comienza a tener dificultades con el análisis gráfico en las primeras etapas del conocimiento y no se trabaja en resolverlas, será cada vez más difícil que comprenda los modelos y teorías que se complejizan a medida que avanza en su plan de estudios. Por ejemplo, se espera que un estudiante que desde un principio no comprende una gráfica con las curvas de indiferencia de un consumidor, luego tenga problemas para interpretar adecuadamente una caja de Edgeworth. En general, estos problemas de interpretación gráfica no permiten que el estudiante logre adquirir con suficiencia las competencias profesionales básicas del economista relacionadas con el análisis gráfico, y luego tenga problemas para interpretar indicadores, series de tiempo, entre otros.

El objetivo de este trabajo es proponer una herramienta computacional interactiva que aporte al desarrollo de la inferencia gráfica durante el aprendizaje de la microeconomía y macroeconomía por parte de los estudiantes de Economía. Para lograr este objetivo fue necesario desarrollar competencias computacionales relacionadas con la programación en Python, estudiar librerías científicas como Numpy y Matplotlib, revisar documentación sobre pedagogía en economía y hallar una forma fácil de compartir la herramienta gráfica.

El desarrollo de este trabajo se compone de siete secciones. La primera reflexiona acerca de un modelo de enseñanza-aprendizaje de la microeconomía y la macroeconomía, enfatizando en las deficiencias en la utilización de gráficas. La segunda sección hace un recuento histórico sobre las expectativas del uso de tecnología en educación en el siglo XX, las críticas al uso de software educativos en economía y algunos ejemplos de software, como hojas de cálculo y simulaciones. La tercera sección discute el uso de Python en educación, mostrando las bondades de este lenguaje de programación, sus usos y ventajas en microeconomía y macroeconomía. La cuarta sección propone algunos resultados de aprendizaje asociados a la interacción gráfica en Python para microeconomía y macroeconomía. La quinta sección presenta la metodología empleada en el diseño de la herramienta gráfica en Python, destacando el trabajo de Sargent y Stachurski (2020). La sexta sección muestra algunos ejemplos de la herramienta gráfica para microeconomía y macroeconomía. En la séptima sección se le enseña al lector cómo puede acceder a la herramienta gráfica con una guía de uso. Finalmente, se esbozan las principales conclusiones.

Se espera entonces que la herramienta gráfica sea de fácil acceso para cualquier estudiante y profesor interesado en usarla en el proceso educativo, además de que pueda utilizarse incluso cuando no se tienen conocimientos previos en programación.

I. Reflexiones acerca de un modelo de enseñanza-aprendizaje de la microeconomía y la macroeconomía

Desde el año 2009, la educación superior colombiana viene implementando un modelo de formación profesional basado en el enfoque de competencias. En particular, los pregrados de Economía han asumido el reto de identificar el conjunto de competencias de los economistas que se reflejan en el perfil de egreso del programa, las cuales se fomentan paulatinamente por medio del plan de estudio. De acuerdo con el ICFES (2018), los estudiantes de Economía desarrollan un “conjunto de destrezas intelectuales derivadas de la comprensión y de la aplicación del análisis económico, las cuales se ejercitan en una acción o un contexto particular y le permiten al estudiante plantear y resolver problemas precisos” (pág. 20).

En esta perspectiva, el ICFES adoptó las siguientes 12 competencias del economista propuestas por la Asociación Colombiana de Facultades de Economía -AFADECO-: *i)* conocer los problemas asociados con la asignación eficiente de recursos de los agentes económicos. *ii)* articular las teorías y conceptos económicos con la realidad. *iii)* comparar los referentes teóricos que explican la realidad económica. *iv)* diagnosticar los problemas y oportunidades de los agentes económicos en términos de bienestar. *v)* diseñar modelos económicos cuantitativos y cualitativos de la realidad. *vi)* interpretar la realidad utilizando modelos económicos cuantitativos y cualitativos. *vii)* implementar teorías, métodos y técnicas estadísticas y econométricas en la toma de decisiones públicas y privadas. *viii)* evaluar la interrelación de las variables económicas. *ix)* pronosticar el comportamiento de variables económicas. *x)* diseñar políticas públicas encaminadas a lograr el crecimiento y desarrollo local, regional y nacional. *xi)* evaluar las consecuencias económicas, sociales y ambientales de las decisiones económicas en los ámbitos privado y público. *xii)* relacionar los acontecimientos y procesos económicos presentes con la historia².

Algunas de estas competencias del economista propuestas por AFADECO se relacionan con el uso de gráficas. Por ejemplo, en el desarrollo de la competencia *ii*, el economista debe ser capaz realizar y analizar gráficas sobre el ciclo económico y diferenciar qué tramos corresponden a un auge y cuáles a una recesión. Por su parte, en el desarrollo de las competencias *v* y *vi*, el economista necesita analizar e interpretar las gráficas que surgen de los modelos que estima. La competencia *viii* implica que el economista utiliza gráficas para encontrar relaciones entre variables y, por lo tanto, tiene la capacidad de inferir. Así mismo, el economista usa las competencias relacionadas al análisis gráfico para plantear y resolver problemas específicos.

² En la actualidad, AFADECO se encuentra actualizando estas competencias específicas.

Los pregrados de Economía fomentan el logro de las competencias específicas consignadas en el perfil de egreso por medio de resultados de aprendizaje (Decreto 1330 de 2019 del Ministerio de Educación). Según Tobón (2019), John Biggs, en su obra “La calidad del aprendizaje universitario”, propone una forma sencilla para diseñar resultados de aprendizaje, utilizando la Taxonomía SOLO (*Structure of the Observed Learning Outcome*) o “Estructura de Resultados de Aprendizaje Observados”. Según esta taxonomía, los estudiantes universitarios pasan por cuatro niveles de aprendizaje: uniestructural, multiestructural, relacional y abstracto ampliado. De esta manera, el estudiante va desde el acceso al conocimiento más simple, luego pasa al conocimiento complejo y termina con la aplicación del conocimiento.

De acuerdo con Tobón (2019), la taxonomía SOLO es útil para diseñar los resultados de aprendizaje de un programa de Economía. Por ejemplo, entre el tercer y quinto semestre aproximadamente, los estudiantes de Economía alcanzan la etapa formativa multiestructural, cuyo resultado de aprendizaje propuesto es: “Al finalizar esta etapa formativa, el estudiante es capaz de deducir los razonamientos que componen el conocimiento económico” (pág. 8). Es durante esta etapa que los estudiantes acceden al conocimiento de la teoría económica neoclásica, dividida en dos áreas curriculares tradicionales: microeconomía y macroeconomía.

Como parte de las estrategias didácticas para lograr este resultado de aprendizaje, los estudiantes utilizan intensivamente las gráficas, con el fin de inferir visualmente las relaciones entre variables económicas. En efecto, una gráfica brinda la posibilidad de sintetizar aspectos de la formulación matemática contenida en un modelo o teoría, ya que expresa visualmente las relaciones estrictas de dependencia entre variables. Por ejemplo, en microeconomía es básica la relación negativa entre precio y cantidad demandada de un bien. Por su parte, en macroeconomía son comunes gráficas como la curva de Phillips y las del ciclo económico.

En consecuencia, si no se usaran las gráficas, el conocimiento económico estaría confinado a la exposición de las formulaciones matemáticas y a sus eventuales argumentaciones, lo que haría bastante ineficiente el proceso de aprendizaje por parte del estudiante. Los apoyos gráficos para comprender una teoría o modelo son extensamente utilizados tanto en libros de texto como por los profesores en los salones de clase.

A pesar de la importancia de la herramienta gráfica en el proceso de enseñanza-aprendizaje, a menudo los profesores y estudiantes tienen problemas con la elaboración de gráficos a mano. Por ejemplo, es común que se tome demasiado tiempo elaborando gráficos o que se cometan errores en su construcción, como no respetar la escala de medida de los ejes y las dimensiones, o incluso se tiende a omitir información como el nombre los ejes. La dificultad de dibujar apropiadamente las formas de las curvas y hacer anotaciones acumuladas sobre una misma gráfica, también puede confundir al estudiante. Así mismo, aunque una gráfica esté bien dibujada, los estudiantes no suelen tener una capacidad espontánea para reconocer apropiadamente la relación entre las variables. Por ejemplo, no saben qué le pasa a la variable dependiente ante un cambio en la variable independiente, o si una curva se desplaza a la

derecha o a la izquierda, o cuál es la relación directa o indirecta entre las variables, o cuándo hay un desplazamiento sobre una misma curva.

Una mala utilización de la herramienta gráfica puede convertirse en algo abrumador para el estudiante, pues le hace dudar de su verdadera comprensión, conduciéndole a la desmotivación por el aprendizaje de algunas partes del conocimiento económico. De esta manera, una deficiencia en la inferencia gráfica dificulta el logro de los resultados de aprendizaje y, por lo tanto, limita considerablemente el fomento de las competencias profesionales propias del economista.

II. Las promesas del uso de tecnología en la enseñanza de la economía en el siglo XX

Durante la cuarentena ocasionada por la pandemia del Covid-19 en 2020, los sistemas educativos de todo el mundo recurrieron intensivamente a medios tecnológicos para mantenerse en funcionamiento. Esta situación fue el detonante que faltaba para poner en primer plano la importancia del uso de la tecnología en la educación. No obstante, el uso intensivo de tecnologías y de software en educación sigue siendo insuficiente, especialmente en los programas de Economía, donde su uso es absolutamente indispensable. No es suficiente con trasladar la educación tradicional a una reunión virtual, también es necesario implementar nuevas herramientas que ayuden al desarrollo del aprendizaje en economía.

De acuerdo con Walstad *et al* (1998), desde 1960 se pensaba que las computadoras traerían una nueva era para la enseñanza de la economía. La razón era que estas computadoras podrían ser usadas para resolver problemas, graficar y hacer análisis cuantitativo. No obstante, Walstad *et al* (1998, pág. 270) indican que esta idea era solo una de muchas “innovaciones educativas” que en esa época se pensaba iban a revolucionar la enseñanza de la economía.

Inicialmente, se pensó en la televisión como la herramienta que iba a cambiar la educación, pero sus altos costos y la complejidad en la creación de los contenidos, la llevaron a ser solo una herramienta adicional y no un sustituto. Luego, la aparición de videocasetes dio mayor flexibilidad en el contenido que se podía mostrar con los televisores, pero estos continuaron siendo una herramienta con poca relevancia. Respecto al uso de computadoras, los autores citan el experimento de Siegfried y Fels (1979), quienes encontraron que los efectos de la instrucción asistida por computadoras para el entendimiento en economía no fueron positivos ni negativos comparados con los métodos tradicionales de lecturas y de tiza y tablero. Así mismo, se encontró que implicaban elevados costos en la adquisición de equipos computacionales y excesivo tiempo para adaptarse a ellos.

En 1980 aumentó el uso de microcomputadoras, las cuales permitían mayor flexibilidad para el profesor y el estudiante al ser de uso personal y no requerir recursos de la institución educativa. De acuerdo con los autores, la instrucción en el uso de tecnología antes de que el estudiante llegara al pregrado aumentaba su disposición a usarla para aprender economía.

A pesar de estos avances, los autores advierten que para 1998 se sabía poco sobre el uso que se les daba a las computadoras personales en los cursos de economía, pero encuestas y estudios sugieren que el uso era bajo. Según el texto, algunos cursos de economía tienen demasiados contenidos como para incluir el uso de computadoras personales y programas de software, pero cuando se incluyen, esos contenidos aparecen como complementos a lecturas y textos tradicionales. Además, constantes actualizaciones en software, hardware y problemas de compatibilidad dificultan su uso. Walstad *et al* (1998) citan a Sumansky (1986), quien afirma que el uso de computadoras es visto como interesante, pero no importante.

En 1990, el internet dio un nuevo aire al uso de las computadoras personales para la instrucción en economía y abrió nuevas posibilidades para la enseñanza. Fue posible tener una mejor comunicación por medio del correo electrónico, se facilitó la consulta y obtención de datos para proyectos de investigación y se pudieron crear páginas web que contenían las tareas e información de un curso. Veamos a continuación algunos aspectos de las controversias suscitadas.

A. Críticas al uso de softwares educativos en economía

Los softwares educativos en economía son deseables en muchas áreas curriculares por su potencial para mejorar el aprendizaje. No obstante, siempre han sido foco de críticas por parte de los expertos. Daniel (1999) afirma que las críticas sobre los softwares de educación se dividen en dos categorías generales. La primera consiste en que la mayoría del software existente carece de fundamentos adecuados de teoría educativa. El software no es tan efectivo como podría ser, ya que no distingue los grados de dificultad creciente, es decir, no va desde los conceptos más básicos hasta los más complejos. La segunda categoría de críticas se enfoca en la implementación del software en lugar de su conceptualización. El autor cita a Blecha (1991, p. 541), quien afirma que el software disponible para economistas es de mala calidad, es difícil de usar y no aporta nada más que presentaciones para usarse por medio de diapositivas en clases tradicionales de “tiza y tablero”. Esta última crítica se enfoca en la facilidad de uso, la innovación y el valor agregado de los softwares de educación.

Daniel (1999) menciona que varios autores han destacado la teoría de desarrollo educativo de Perry y Piaget como una base para mejorar los softwares creados para la educación. Esta teoría describe el desarrollo intelectual de un individuo como algo que ocurre en una secuencia de etapas, desde una visión simple del conocimiento hasta una perspectiva más compleja. Aplicar la teoría de Perry y Piaget implica que el software educativo es diseñado de tal forma que los estudiantes pasen por etapas que se van complejizando paulatinamente, llegando al nivel de entendimiento deseado por el programa académico. En síntesis, el software no debe tener siempre el mismo nivel de dificultad. Además, un mejor software debe demandar una intensa participación intelectual por parte del estudiante para que se alcance el nivel de entendimiento deseado.

El autor también cita a Walbert (1989), quien elabora algunas críticas específicas contra la educación asistida por computadoras, orientadas por el método de Perry y Piaget. Walbert afirma que las tecnologías más usadas como libros electrónicos, simulaciones, juegos y hojas

de cálculo, carecen de niveles de dificultad variados, flexibilidad en sus aplicaciones y oportunidades para la experimentación. Un libro electrónico, al igual que uno impreso, tampoco permite interactividad y no brinda retroalimentación al estudiante. Las simulaciones o juegos y las hojas de cálculo deberían permitir cambiar el grado de dificultad y alterar los parámetros de los modelos que allí se usan.

Para resolver estos problemas y mejorar el desarrollo de herramientas computacionales que faciliten la educación, Walbert hace una lista de sugerencias, entre las que se encuentran:

- a. Envolver al estudiante en diálogos socráticos con preguntas interactivas y respuestas.
- b. Permitir la interacción con el ratón para apuntar, dibujar y modificar gráficas.
- c. Ofrecer retroalimentación inmediata ante respuestas correctas e incorrectas.
- d. Incluir una función de ayuda que responda preguntas.
- e. Permitir al estudiante cambiar los parámetros en las hojas de cálculo.
- f. Incluir gráficas de alta calidad visual, animaciones y sonido.
- g. Desarrollar software para un libro de texto específico.
- h. No intentar que el software reemplace el texto.
- i. Proveer una guía de uso del software.

El desarrollo de la herramienta gráfica que se propone en este trabajo incluye algunas de las sugerencias de Walbert. En específico, la herramienta retoma las sugerencias b, e y f, al permitir al usuario interactuar con el ratón y el teclado para modificar gráficas, alterando los parámetros (ver la sección VI). Además, se retoma también la sugerencia i, al proveer una guía de uso de la herramienta (ver la sección VII).

Otra crítica recurrente para implementar el uso de softwares educativos en economía son los costos de oportunidad que ellos implican. Los softwares no solo pueden resultar costosos en dinero sino también en tiempo, el cual se podría emplear en otras actividades. En tal sentido, Walstad *et al.* (1998) buscan motivar el uso de tecnología en la educación, intentando convencer a los profesores de que los beneficios de usar tecnología superan los costos de tiempo y riesgos. El problema para el educador es que debe encontrar, por sí mismo, la mejor forma de usar la tecnología de acuerdo con sus propios intereses. Por tanto, el profesor debe, primero, aprender a usar la tecnología y luego estar dispuesto a tomar el riesgo de que esta tecnología pueda no resultar efectiva. Para algunos instructores, el uso de tecnología hace de la enseñanza una actividad más interesante y emocionante. Según Walstad *et al.* (1998), lo más importante es la voluntad del educador en pasar tiempo aprendiendo nuevas tecnologías y desarrollando formas en que los estudiantes puedan aprender mejor, tomando el riesgo de que estas no funcionen. Sin embargo, Sosin (1998) recuerda que el profesor no debe ignorar los costos personales que asume en esta tarea: reducir el tiempo dedicado a la investigación y otras responsabilidades del ejercicio profesoral.

B. Software para computadoras: uso de hojas de cálculo, simulaciones y juegos

Los softwares más conocidos en la instrucción de la economía son las hojas de cálculo y las simulaciones y juegos. Las hojas de cálculo aún son vigentes como una herramienta valiosa

para los profesores. Sobre esto, Walstad *et al.* (1998) mencionan la importancia de las hojas de cálculo y del software para simulaciones y juegos en la enseñanza de la economía. Veamos.

- **Hojas de cálculo.** El diseño de experimentos simples puede ser un ejercicio efectivo para entender, por ejemplo, el funcionamiento de los mercados. Programas como Excel pueden ser usados para producir tablas y gráficas a partir de datos en los que se basa el experimento. De esta manera, aplicaciones en una hoja de cálculo pueden ser ventajosas para apoyar ideas en cursos de fundamentos de economía.

Por ejemplo, si un estudiante usa ecuaciones de demanda de un bien y las grafica, puede entender mejor los conceptos de bienes sustitutos y complementarios. La facilidad de transformar datos en gráficas y tener ejemplos visuales en la pantalla de un computador, hace que sea más sencillo para los estudiantes entender diferencias entre ajustes de intercepto y pendiente de una gráfica. Además, los estudiantes de hoy son menos reacios a practicar habilidades en un computador, comparado a ejercicios hechos a mano. En general, usar hojas de cálculo o programas gráficos, refuerza el entendimiento del estudiante de conceptos económicos abstractos susceptibles de representarse por medio de funciones matemáticas. Aplicaciones de niveles más básicos pueden ser modificadas para adaptarlas a un nivel intermedio o avanzado, aumentando así su complejidad.

Para probar este aspecto, Walstad *et al.* (1998) dan un ejemplo en microeconomía. Afirman que se le puede dar a un estudiante un programa hecho en hojas de cálculo con funciones de producción de una empresa o de utilidad de un consumidor; seguidamente se le pregunta si dichas funciones son o no estrictamente convexas. Luego de una prueba matemática a mano, el estudiante puede obtener también una respuesta gráfica en el software. Además, las gráficas pueden responder a otras preguntas como el tipo de rendimientos de escala. En estas actividades, lo recomendable es que el estudiante resuelva los problemas por su propia cuenta con una mínima guía. La principal ventaja aquí es que el estudiante debe aplicar en el computador lo que ve en libro de texto.

No obstante, los autores advierten que algunos estudiantes pueden sentirse poco entusiasmados por hacer ejercicios en hojas de cálculo, los cuales pueden ser igual de efectivos que ejercicios hechos a mano. Además, estos ejercicios en hoja de cálculo toman tiempo de preparación, lo que podría explicar la negativa a realizarlos por parte de los profesores.

- **Software para simulaciones y juegos.** Según Walstad *et al.* (1998, pág. 276), los instructores prefieren este tipo de software porque tienen más posibilidades de motivar al estudiante, respecto a una hoja de cálculo o tutoriales. Por un lado, las simulaciones permiten a los estudiantes tomar decisiones y examinar sus efectos en el fenómeno modelado, de forma que se convierten en aprendices activos en el proceso de toma de decisiones. Por otro lado, los juegos usan la competencia entre estudiantes para entusiasmarlos e incentivarlos a cubrir todo el material de estudio. No obstante, los autores mencionan que las simulaciones y los juegos pueden involucrar muchos

conceptos y terminar por desviarse del tema principal de estudio. Conllevan más responsabilidad del instructor y toman mucho tiempo dentro de unas asignaturas que ya están llenas de contenidos temáticos. Desarrollar simulaciones y juegos requiere de mayor determinación por parte del instructor para que sean actividades más valiosas que una tradicional lectura con discusión.

En síntesis, respecto al uso de software en la enseñanza de la economía, Walstad *et al.* (1998) hacen tres sugerencias. En primer lugar, identificar el concepto económico a tratar por medio de un software y determinar qué tan bien cumple su objetivo de explicar el tema. Se requiere que el instructor conozca plenamente la herramienta de software y la forma en la que los estudiantes la pueden usar. El instructor debe probar la simulación o el juego antes de usarlo en clase y asegurarse de que el estudiante pueda correr el software adecuadamente. En segundo lugar, evitar usar programas de computadora para hacer actividades que pueden ser logradas más fácilmente con métodos convencionales de enseñanza. En tercer lugar, averiguar cómo integrar el uso de software en el curso. El profesor debe hacerse las siguientes preguntas antes de usar un software: ¿Se le asignará una nota al uso de hojas de cálculo o a la simulación o juego?, ¿qué porcentaje?, ¿cuáles son los incentivos de un estudiante a hacer ejercicios en hojas de cálculo? Se debe definir si este software será una parte integral del curso o solo un complemento alternativo a las lecturas tradicionales.

III. El uso de Python en educación

A. *Objetivos, funcionalidad y librerías de Python*

Según Sargent y Stachurski (2020), Python es un lenguaje de programación de propósito general concebido en 1989 por el holandés Guido van Rossum. Es gratis, de código abierto y ha ganado rápida adopción, volviéndose uno de los lenguajes de programación más populares. Es usado por reconocidas compañías tecnológicas como Google, Dropbox, Reddit y YouTube. Por su sintaxis amigable con los principiantes, Python es usado para enseñar ciencias de la computación y la programación. Además, es particularmente popular entre la comunidad científica, con usuarios como la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) o el Consejo Europeo de Investigación Nuclear (CERN), al igual que la academia. También está comenzando a reemplazar herramientas como Excel en los sectores de las finanzas y la banca.

Así mismo, Python es el principal lenguaje de programación en áreas como *machine learning*, *data science*, astronomía, inteligencia artificial, química y meteorología. Este lenguaje cuenta con herramientas específicas para la programación científica llamadas librerías. Estas se utilizan para ahorrar código, acelerar los procesos y mejorar la legibilidad, ya que utilizan rutinas de código previamente programadas por otra persona. Al respecto, Sargent y Stachurski (2020) afirman que es mucho más fácil y rápido usar la función de una librería para hallar raíces, que programar todo desde cero. En la programación científica, se resaltan las siguientes tres librerías.

- **La librería NumPy.** Esta ofrece funciones para generar vectores y matrices y hacer operaciones entre estas, tales como multiplicaciones u obtener la inversa. Es fundamental para la programación científica en Python, ya que es usada en casi todos los campos de la ciencia y la ingeniería y es el estándar para trabajar con datos numéricos. Así mismo, permite crear *arrays* de vectores y matrices y posee una variedad de funciones para hacer operaciones entre *arrays*. Finalmente, permite hacer operaciones de álgebra lineal básica, estadística y generación de datos aleatorios, entre otras operaciones.
- **La librería SciPy.** Esta se complementa con NumPy, añadiendo soluciones a métodos numéricos usados en ciencias, como interpolación, optimización y búsqueda de raíces, entre otras operaciones.
- **La librería Matplotlib.** Permite crear gráficas estáticas, animadas o interactivas a partir de datos contenidos usualmente en *arrays* de NumPy. Puede generar gráficas personalizables en 2D y 3D, las cuales se pueden exportar a imágenes en PDF o PNG e integrarse con LaTeX. Por ejemplo, se pueden generar histogramas, diagramas de barras, mapas de calor, diagramas de caja y bigotes entre otros. Esta librería tiene una buena integración para graficar datos contenidos en objetos de NumPy.

B. Los usos y ventajas de Python en microeconomía y macroeconomía

Python tiene muchos usos en comunidades científicas y de desarrollo de software, pero también ha comenzado a ser ampliamente utilizado en economía. Unos de los pioneros en utilizar Python son Sargent y Stachurski (2020), quienes tienen un libro que tiene como objetivo enseñar modelos económicos usando Python. Este libro contiene alrededor de 80 modelos para finanzas, estadística, economía y econometría. En cada modelo se desarrolla una guía con código y teoría, incluyendo ecuaciones y gráficas. En particular, los autores tienen modelaciones de temas como: estadística elemental, distribuciones normales, distribuciones multivariadas y redes neuronales, programación lineal, transporte óptimo, el modelo de crecimiento de Von Neumann, modelos dinámicos en una dimensión, procesos AR1 y cadenas finitas de Markov, modelos de consumo, ahorro y capital, regresión lineal, series de tiempo y modelos con múltiples agentes, entre otros.

Cada vez surgen más autores que motivan el uso de Python en economía, bien sea para analizar datos o con fines pedagógicos. Al respecto, Kuroki (2021) menciona que existen al menos dos razones para integrar el uso de Python en la enseñanza de microeconomía. La primera es la gratuidad, lo que reduce costos para los pregrados de economía. Al ser de código abierto, es una buena alternativa a otros softwares de pago como Matlab. La segunda, y a mi juicio la más importante, es que los profesores podrán reforzar la educación tradicional que solo se basa en ejercicios a lápiz, papel y calculadora, con uno de los lenguajes de programación más comúnmente usados en el mundo como lo es Python. Según este autor, esto no solo beneficia a los estudiantes sino también a los profesores, quienes tendrán un “respiro de aire fresco”, respecto al método de enseñanza tradicional.

Además, dada la simplicidad en sintaxis del lenguaje Python, este es un buen primer acercamiento para profesores y estudiantes que no tengan experiencia previa en programación. Usar la teoría microeconómica es ideal para esto, ya que para otros cursos de análisis de datos o econometría se requeriría el uso de otras librerías y paquetes, los cuales aumentan la complejidad del aprendizaje. También es importante resaltar que, como menciona Romero (2018), hay abundantes recursos en línea como guías, libros y foros con grandes comunidades que facilitan el aprendizaje de Python.

Para Kuroki (2021) no es un secreto que las habilidades en programación hacen más atractivos a los graduados en el mercado laboral, dado que muchos sectores de negocios y finanzas valoran las competencias relacionadas con el manejo de datos por medio de software. Python es uno de los lenguajes de programación más usados en el mundo y demandados en todos los sectores económicos. Según este autor, Python está comenzando a reemplazar el uso de Excel en sectores como la banca y las finanzas, razón por la cual sugiere que los profesores pueden motivar a los estudiantes diciéndoles que empresas de gran calibre como Google, Netflix o Instagram, usan Python y contratan personas que puedan utilizarlo. Un curso que utilice programación puede facilitar el camino de aquellos estudiantes que quieran especializarse en análisis de datos.

En lo relacionado con la enseñanza de macroeconomía, el profesor Jenkins (2022) desarrolla un nuevo curso para pregrado que diseñó para la Universidad de California (UCI). Su objetivo es enseñar análisis de datos y modelado macroeconómico de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE), desarrollando competencias computacionales por medio de Python. Los estudiantes practican descargando y manejando bases de datos, preparando visualizaciones de datos, simulando modelos dinámicos y solucionando modelos de optimización dinámica, entre otros. Además, los estudiantes ganan experiencia usando las librerías Numpy, Matplotlib, Pandas y Statsmodels. Al final del curso, los estudiantes habrán desarrollado una profunda intuición macroeconómica.

De acuerdo con Jenkins (2022), “el curso es una oportunidad para que los estudiantes prueben algo nuevo, obtengan una nueva perspectiva sobre algunas de las ideas que han aprendido en los demás cursos del pregrado y, con suerte, se entusiasmen en la programación, el análisis de datos y el modelado macroeconómico” (traducción propia, p. 128).

Así mismo, este autor identifica cuatro resultados de aprendizaje principales para su curso en macroeconomía computacional. El primero es que los estudiantes aprendan a usar Python para simular modelos macroeconómicos dinámicos, los cuales están a la vanguardia en investigación económica. Dado que se trata de un curso de pregrado, los temas se presentan con un ritmo relajado que no abrume al estudiante y le permita desarrollar la intuición de los temas. Los ejercicios se enfocan en visualización de datos, simulación de modelos y en dar explicaciones intuitivas a los mecanismos económicos subyacentes.

El segundo resultado de aprendizaje es practicar análisis de datos y visualización. Aquí los estudiantes trabajan con bases de datos preprocesadas, hacen estimaciones por OLS con su respectivo análisis y construyen gráficos de series con datos históricos y simulados. Como

parte de las actividades en clase, algunos estudiantes explican al resto de la clase la intuición de lo que observan en los gráficos. El tercer resultado de aprendizaje es desarrollar una fuerte intuición macroeconómica. Esto se logra manejando y analizando datos macroeconómicos, trabajando con modelos y simulaciones, leyendo artículos y teniendo debates. El cuarto resultado de aprendizaje es aprender programación y computación en Python orientada a la resolución de problemas específicos.

En síntesis, Python es un lenguaje que va ganando popularidad entre economistas. Las bondades de este lenguaje, que van desde su gratuidad hasta la facilidad de aprendizaje e implementación, hacen que sea una buena alternativa para empezar con la programación y articularla con la enseñanza de la economía.

IV. Resultados de aprendizaje asociados a la interacción gráfica con Python

Dado que la herramienta gráfica que aquí se propone busca estar disponible para profesores y estudiantes, es necesario establecer los resultados de aprendizaje que son coherentes con los contenidos temáticos de microeconomía y macroeconomía dentro de un plan de estudios de economía.

Como se ha dicho, la interacción gráfica en Python busca desarrollar la habilidad de inferir. Este verbo se define según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española como “deducir algo o sacarlo como conclusión de otra cosa”. La inferencia se especifica en los siguientes resultados de aprendizaje.

A. Resultados de aprendizaje asociados con las herramientas gráficas en microeconomía

1. Teoría del consumidor

Al finalizar el estudio de la teoría del consumidor por medio de interacción gráfica con Python, el estudiante es capaz de:

1.1 Deducir el desplazamiento de la restricción presupuestaria ante cambios en los precios de los bienes, el ingreso del consumidor y los impuestos.

1.2 Identificar las formas que toman las funciones de utilidad del consumidor tipo Cobb-Douglas y tipo CES, ante cambios en los parámetros alfa, beta y rho de esas funciones, y sus efectos sobre la pendiente de la curva de indiferencia o Relación Marginal de Sustitución (RMS).

1.3 Contrastar los cambios en la elección óptima del consumidor ante cambios en los precios, el ingreso y las preferencias de consumo.

1.4 Realizar gráficos propios a “lápiz y papel”, teniendo como referencia los que brinda la herramienta de Python.

2. Teoría de la empresa

Al finalizar el estudio de la teoría de la empresa por medio de interacción gráfica con Python, el estudiante es capaz de:

2.1 Identificar las formas que toma la función de producción de una empresa del tipo Cobb-Douglas y del tipo CES, ante cambios en los parámetros alfa, beta y rho de esas funciones, y sus efectos sobre la pendiente de la isocuanta o Relación Marginal de Sustitución Técnica (RMST).

2.2 Identificar las formas que toman las funciones de costos medios, costos marginales y costos variables medios, según los exponentes de la función de costos y la existencia de costos fijos.

2.3 Realizar gráficos propios a “lápiz y papel” teniendo como referencia los que brinda la herramienta de Python.

B. Resultados de aprendizaje asociados con las herramientas gráficas en macroeconomía

1. Modelo de crecimiento de Solow-Swan

Al finalizar el estudio del modelo de crecimiento de Solow-Swan por medio de interacción gráfica con Python, el estudiante es capaz de:

1.1 Distinguir las funciones del capital por trabajador y su representación gráfica.

1.2 Contrastar los efectos de variaciones en la tasa de ahorro, el crecimiento poblacional y la depreciación del capital en el estado de equilibrio estacionario y el nivel óptimo de capital.

1.3 Identificar las formas de las curvas asociadas a las funciones de producción, de ahorro y de depreciación

2. Modelo IS-LM de determinación del ingreso nacional real

Al finalizar el estudio del modelo IS-LM de determinación del ingreso nacional por medio de interacción gráfica con Python, el estudiante es capaz de:

2.1 Deducir los efectos de políticas monetarias y fiscales, ya sean de carácter expansivo o contractivo, sobre la tasa de interés y el ingreso nacional.

2.2 Enumerar las variables que componen y alteran la forma de la curva IS y la curva LM.

2.3 Comprobar resultados de ejercicios numéricos y gráficos realizados en “papel y lápiz”.

2.4 Contrastar los efectos de cambios en variables como consumo autónomo, propensión marginal a consumir, transferencias, impuestos, inversión autónoma, gasto público y oferta monetaria entre otras, sobre la pendiente de las curvas IS y LM y su desplazamiento.

El uso de esta herramienta gráfica le apunta a objetivos curriculares específicos que se pueden observar en el aprendizaje del estudiante. Nótese que los resultados de aprendizaje entre los diferentes temas en microeconomía y macroeconomía tienen similitudes en los verbos que se espera que el estudiante desarrolle. Mejorar la inferencia del estudiante en un área, le servirá en las demás. En general, la aplicación a nuevos modelos económicos aumenta el alcance de los resultados de aprendizaje.

V. Metodología para el diseño de una herramienta gráfica en Python

El desarrollo de la presente herramienta en Python sigue el método o la rutina planteada por Sargent y Stachurski (2020). Este método consiste en tres pasos: la identificación de un modelo económico, la programación (transformar el modelo económico teórico en códigos o lenguaje de programación) y la selección de un ambiente de programación para que sea reproducible. Veamos en detalle.

El primer paso es identificar algunos modelos económicos que hagan uso intensivo de las gráficas para sintetizar sus razonamientos. Aunque Sargent y Stachurski (2020) eligen modelos económicos avanzados, aquí se seleccionan cuatro teorías neoclásicas básicas, a saber: la teoría del consumidor, la teoría de la empresa, el modelo de crecimiento Solow-Swan y el modelo IS-LM de determinación de ingreso nacional. Para tal fin, se identifican las ecuaciones más representativas que permiten construir gráficas, usando los siguientes libros de texto: *Microeconomía Intermedia: un enfoque actual* y *Ejercicios de microeconomía intermedia* de Hal Varían, *Apuntes de crecimiento económico* de Xavier Sala-i-Martin, *Teoría microeconómica: Principios básicos y ampliaciones* de Walter Nicholson, *Economic Growth* de Barro y Sala-i-Martin, *Microeconomía* de Pindyck y Rubinfeld, y *Macroeconomics* de Mankiw.

El segundo paso es llevar estas ecuaciones a código de programación en Python. Para este paso se importan las librerías. Siguiendo a Sargent y Stachurski (2020) se usan las librerías Numpy y Matplotlib. Como se dijo arriba, la librería Numpy contiene funciones para generar vectores y hacer operaciones aritméticas y de álgebra lineal. Además, Numpy permite crear *arrays* de vectores que contienen los datos para los ejemplos numéricos y las simulaciones de los modelos económicos. Por ejemplo, se puede generar un *array* con valores del 0 al 100, que luego serán los valores que tomen las funciones, guardar estos resultados en otro *array* y posteriormente graficarlos. De la misma manera, la librería Matplotlib permite crear gráficas a partir de datos contenidos en *arrays* de Numpy, poner nombres a los ejes y personalizar las gráficas a conveniencia. Estas dos librerías tienen una compatibilidad que facilita la programación.

En algunos casos, Sargent y Stachurski (2020) brindan representaciones gráficas para los modelados económicos, explicando cómo los cambios en los parámetros de los modelos conducen a los cambios en las gráficas. Adicional a este procedimiento, se añadió la interactividad en las gráficas, la cual permite a cualquier estudiante de economía manipular el programa, incluso cuando no sabe nada de programación. Esta interactividad consiste en alterar los parámetros de los modelos, ya sea con el ratón o con el teclado, e inmediatamente observar un cambio en la gráfica.

Para lograr que las gráficas sean interactivas, se eligió aquí la librería Ipywidgets, la cual permite crear controles de navegador como botones deslizantes y cuadros de tipo formulario para ingresar datos. Una integración entre Ipywidgets y Matplotlib permite observar cambios en las gráficas cuando se deslizan los botones y se cambian los números en los cuadros de texto que corresponden a los parámetros del modelo. De esta manera, se tiene una herramienta en Python que aporta al desarrollo de la inferencia gráfica en economía. Como parte de este segundo paso, se realizan múltiples pruebas y revisiones del código de programación, con el fin de verificar que el programa no contenga *bugs* o errores que entorpezcan el funcionamiento y la lógica del modelo económico.

El tercer paso es encontrar un ambiente digital que facilite un acceso rápido a la herramienta sin necesidad de instalar Python en el computador del estudiante y del profesor. El ambiente elegido es *Google Colaboratory*, el cual permite a cualquier usuario con una cuenta de Google escribir y ejecutar el código de Python desde el navegador web de su computador.

VI. La herramienta de interacción gráfica

Luego de seguir la metodología descrita en la sección anterior, se tiene como resultado la herramienta gráfica interactiva que se presenta a continuación. El contenido abarca temas de microeconomía y macroeconomía.

A. *Ejemplos en microeconomía*

La teoría microeconómica hace uso intensivo de gráficas para explicar los razonamientos de los modelos. Al respecto, la herramienta gráfica ofrece los siguientes modelos para la teoría del consumidor: restricción presupuestaria, representación gráfica de la función de utilidad Cobb-Douglas, representación gráfica de la función de utilidad CES, demandas de la elección del consumidor, la ecuación de Slutsky y su descomposición en efecto sustitución y en efecto ingreso y, finalmente, la elección intertemporal. En cada modelo, el estudiante puede cambiar los parámetros y observar cómo cambian las gráficas. A continuación, se muestran dos ejemplos.

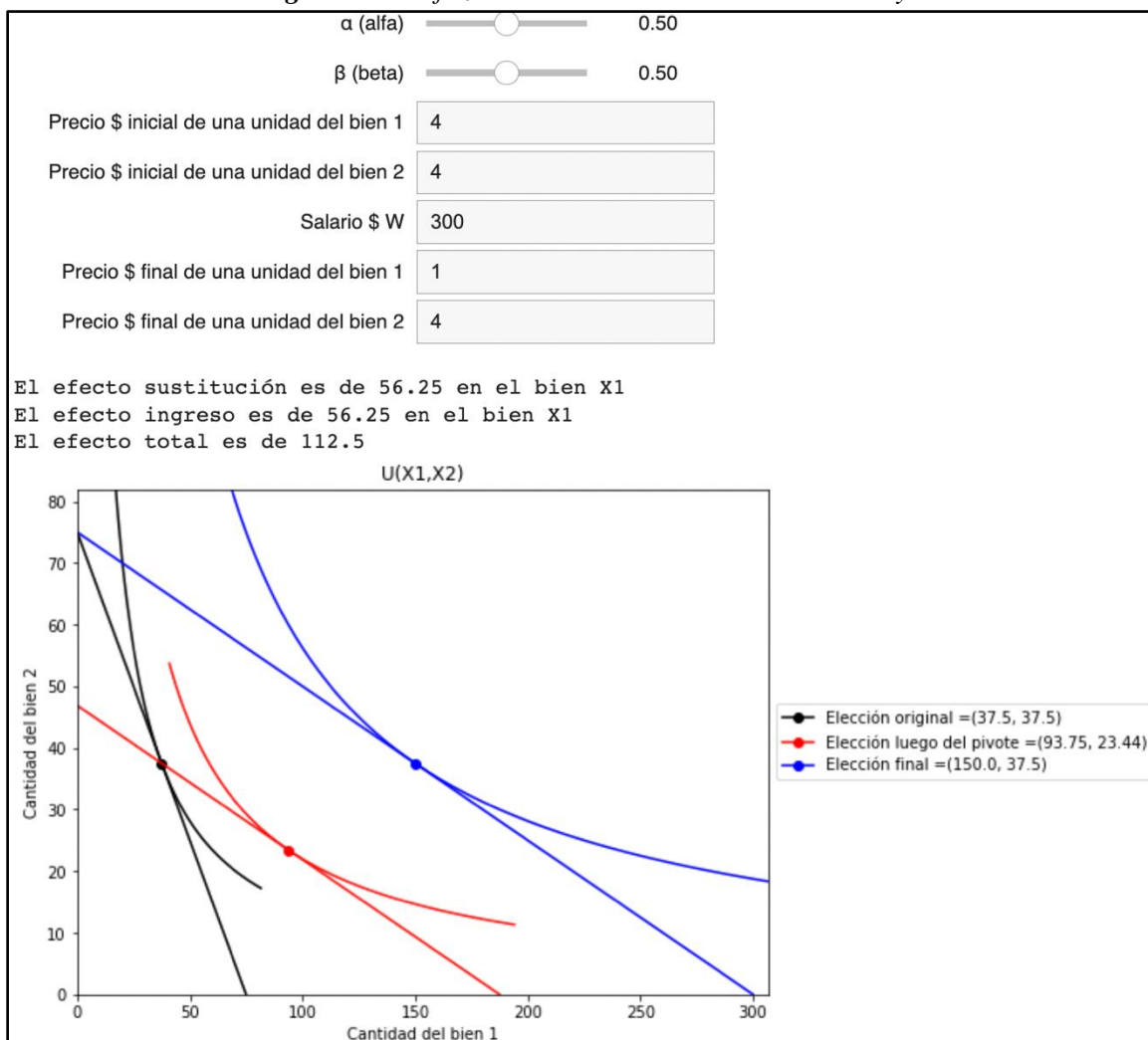
Un primer ejemplo se refiere al modelo de la ecuación de Slutsky y su representación gráfica para una función de utilidad Cobb-Douglas. A diferencia de un libro de texto que presenta el modelo en estática, esta herramienta permite ver los desplazamientos de las curvas ante cambios en las preferencias de consumo sobre dos bienes, cambios en el precio del bien 1 y también ante cambios en el precio del bien 2. Además, se arrojan resultados numéricos de las cantidades demandadas y los efectos sustitución e ingreso, lo que permite al estudiante verificar los ejercicios que realice por cuenta propia. Veamos un poco más a detalle.

Se supone un consumidor que pretende maximizar su utilidad, representada en una función de utilidad U del tipo Cobb-Douglas, definida por X_1 (cantidad X del bien 1) y X_2 (cantidad X de bien 2), siendo alfa y beta los parámetros que representan el peso de los bienes en la utilidad. P_1 y P_2 representan los precios de los bienes 1 y 2, respectivamente, y W el salario. Esto es:

$$\begin{aligned} &\text{Maximizar:} \\ &U = X_1^\alpha X_2^\beta \\ &\text{sujeto a la restricción presupuestaria:} \\ &P_1 X_1 + P_2 X_2 = W \end{aligned}$$

Como se muestra en la Figura 1, la interfaz de la herramienta trae consigo valores por defecto que sirven como ejemplo y guía del modelo. El estudiante puede usar el ratón y el teclado para cambiar los parámetros a su voluntad. Además, las curvas tienen colores diferenciados que le permiten al estudiante distinguir el pivote y el desplazamiento de las restricciones presupuestarias. La interfaz tiene una nomenclatura clara que no confunde al estudiante al momento de insertar datos como precios y salarios. Además, los ejes están correctamente nombrados y la escala es perfecta. El estudiante puede pasar más tiempo analizando y menos tiempo preocupándose por dibujar curvas superpuestas.

Figura 1. Interfaz del modelo de la ecuación de Slutsky



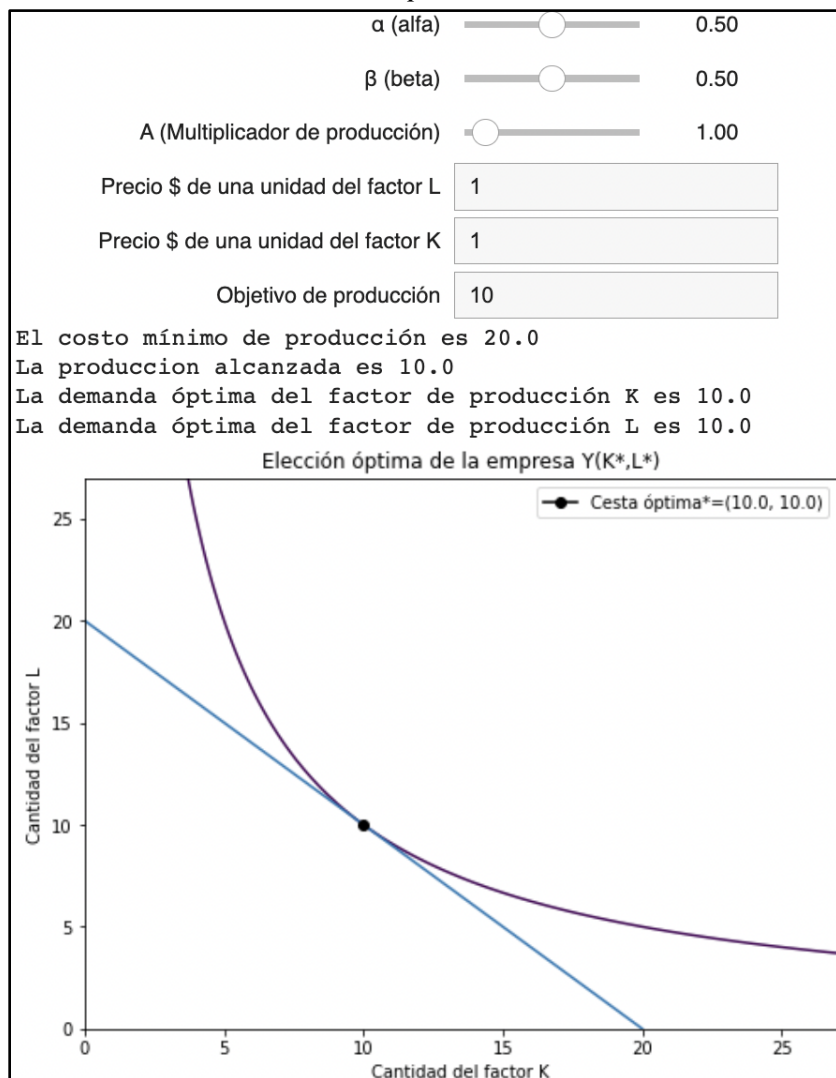
El segundo ejemplo que se quiere destacar aquí es el modelo de las demandas condicionadas de factores de producción de la empresa, usando una función de producción Cobb-Douglas.

Se supone una empresa que minimiza el costo total de producción, dado por la suma de los factores de producción multiplicados por su respectivo precio, todo esto sujeto a un nivel objetivo de producción fijo, denotado como \bar{Y} . La empresa tiene una tecnología de producción tipo Cobb-Douglas, definida por A (multiplicador de producción), factores de producción capital, K, y trabajo, L, cuyos precios respectivos son r y w, donde los parámetros alfa y beta representan el “peso” de los factores en la producción. Este problema es:

Minimizar:
 $Costo\ Total = wL + rK$
 sujeto al nivel objetivo de producción:
 $\bar{Y} = AK^\alpha L^\beta$

Como se muestra en la Figura 2, para este modelo también se pueden cambiar los parámetros alfa y beta, la productividad de los factores, el objetivo de producción y el precio de los factores. El estudiante recibe un gráfico preciso y un resultado con las cantidades demandadas de factores y el costo mínimo asociado.

Figura 2. Interfaz del modelo de demandas condicionadas de factores de producción de la empresa



B. Ejemplos en macroeconomía

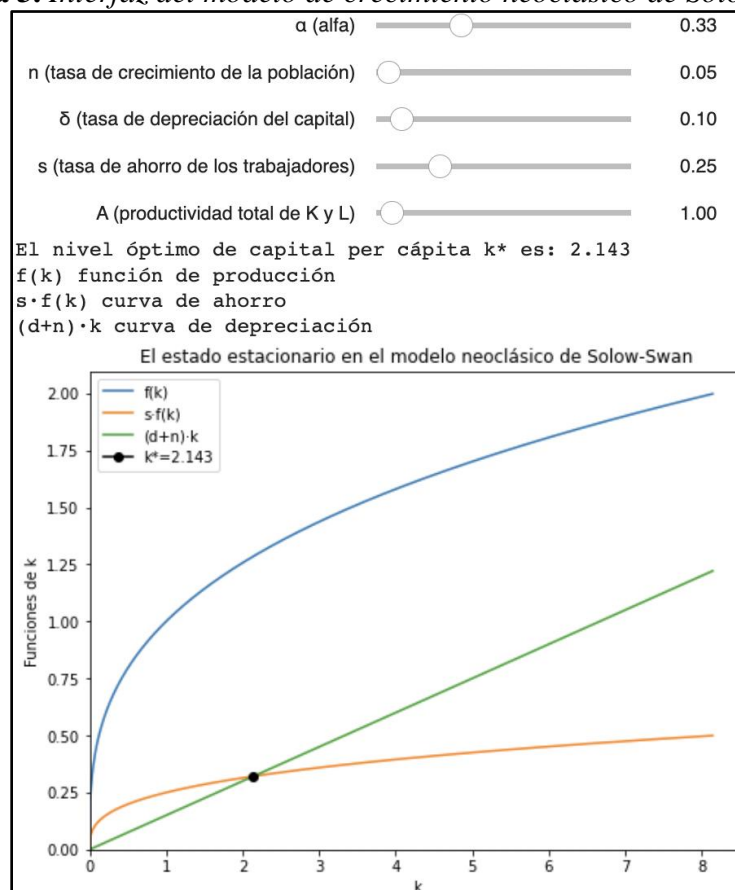
Para el caso de la teoría macroeconómica, la herramienta cuenta con el modelo de crecimiento económico Solow-Swan y el modelo IS-LM para la determinación del ingreso nacional real. A continuación, se muestran ambos modelos.

Para el modelo de Solow-Swan, según Sala-i-Martin (2000), dada una estructura temporal t , el capital, K_t , el trabajo, L_t , y la productividad total de estos dos factores, A_t , se combinan para producir una cantidad de bien final, Y_t , que se expresa por medio de una función de producción Cobb-Douglas del tipo:

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

Esta función satisface las propiedades neoclásicas de rendimientos constantes a escala, productividad marginal de los factores positiva y decreciente y se respetan las condiciones de Inada. Como se muestra en la Figura 3, se pueden alterar todos los parámetros del modelo y obtener resultados gráficos y numéricos sobre el estado estacionario. El estudiante puede diferenciar el nombre de cada curva y ver cómo se desplaza cuando cambia uno o varios de los parámetros.

Figura 3. Interfaz del modelo de crecimiento neoclásico de Solow-Swan



Para el modelo IS-LM de determinación del ingreso nacional real, Y , se supone una economía cerrada donde la curva IS está compuesta por el consumo de los hogares, C , la inversión de las empresas, I , y el gasto público del gobierno, G . Por su parte, la curva LM está compuesta por la oferta monetaria, L^S , y la demanda de dinero, L^d . Esto es:

Determinantes de la curva IS:

$$\begin{aligned}
 Y &= C + I + G \\
 C &= C_0 + c_1 Y_d \\
 Y_d &= Y + R - T \\
 I &= I_0 - I_1 i + I_2 Y \\
 G &= G_0 \\
 T &= T_0 + t_1 Y
 \end{aligned}$$

Determinantes de la curva LM:

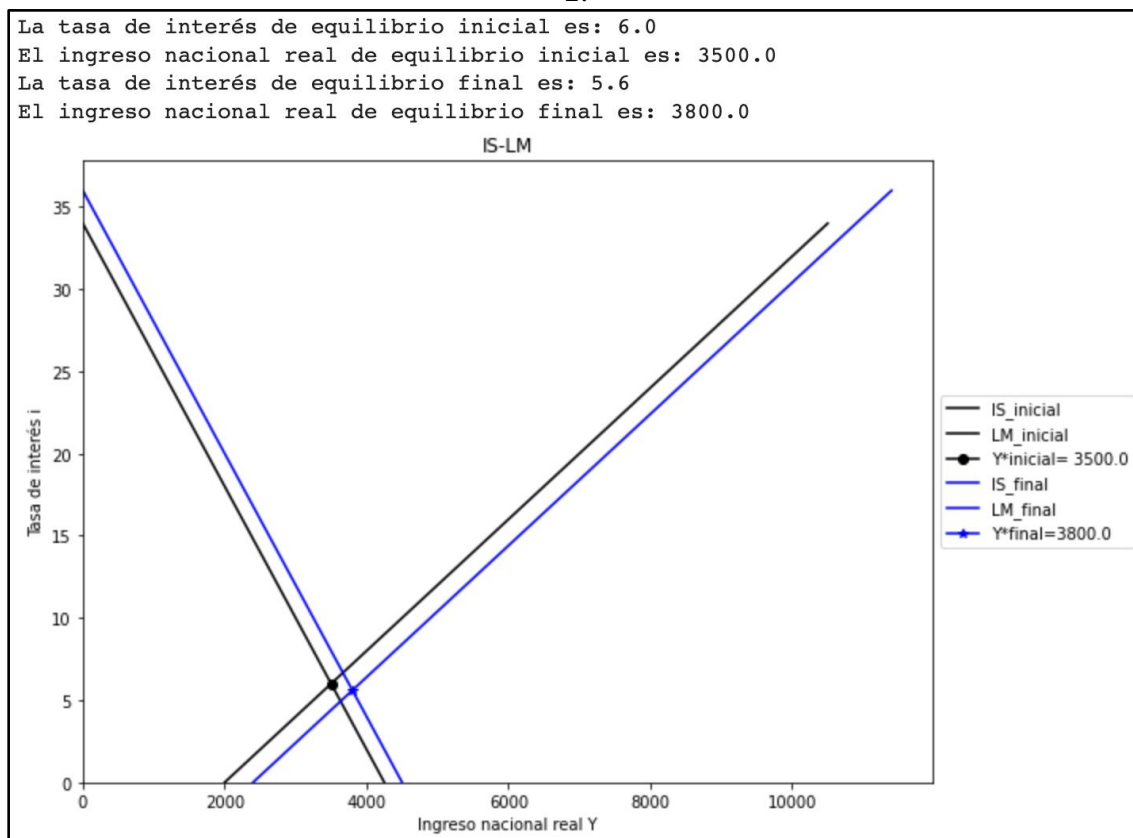
$$\begin{aligned}
 L^S &= \frac{M^S}{P} \\
 L^d &= kY - hi
 \end{aligned}$$

Como se muestra en las Figuras 4 y 5, el estudiante puede ver los efectos de políticas monetarias y fiscales sobre el ingreso nacional real y la tasa de interés. Además, tiene flexibilidad para cambiar todos los parámetros que componen el modelo, por ejemplo, la propensión marginal a consumir, el gasto público o los niveles de impuestos.

Figura 4. Interfaz del modelo IS-LM de determinación del ingreso nacional real. Parte 1

C0 inicial (consumo autónomo)	0	C0 final (consumo autónomo)	0
c1 % inicial (propensión marginal a consumir)	0.8	c1 % final (propensión marginal a consumir)	0.8
R \$ inicial (transferencias)	0	R \$ final (transferencias)	0
T0 \$ inicial (impuesto fijo a Y)	0	T0 \$ final (impuesto fijo a Y)	0
t1 % inicial (impuestos como % de Y)	0.25	t1 % final (impuestos como % de Y)	0.25
IO \$ inicial (inversión autónoma)	900	IO \$ final (inversión autónoma)	900
I1 inicial	50	I1 final	50
I2 % inicial	0	I2 % final	0
G \$ inicial (gasto público)	800	G \$ final (gasto público)	900
M \$ inicial (oferta monetaria)	500	M \$ final (oferta monetaria)	600
P \$ inicial (nivel de precios)	1	P \$ final (nivel de precios)	1
h (Sensibilidad de la demanda de dinero al tipo de interés) inicial	62.5	h (Sensibilidad de la demanda de dinero al tipo de interés) final	62.5
k (Sensibilidad de la demanda de dinero al nivel de renta) inicial	0.25	k (Sensibilidad de la demanda de dinero al nivel de renta) final	0.25

Figura 5. Interfaz del modelo IS-LM de determinación del ingreso nacional real. Parte 2.



Finalmente, en todos los modelos de esta herramienta gráfica, el estudiante puede manipular los parámetros con el ratón o con el teclado y observar los cambios inmediatamente sobre la gráfica. Cada modelo viene con valores por defecto en los parámetros que pueden servir como guía al estudiante.

VII. Guía de uso de la herramienta gráfica

Para que el lector (estudiante y profesor) pueda acceder a esta herramienta gráfica hecha en Python, debe contar con una cuenta de Google, y dar clic en el siguiente enlace:

<https://colab.research.google.com/github/CarlosPalacio13/Herramienta-Grfica-Carlos-Palacio/blob/main/Herramienta%20grafica%20Carlos%20Palacio.ipynb>

El lector se encontrará con la pantalla que se muestra en la Figura 6.

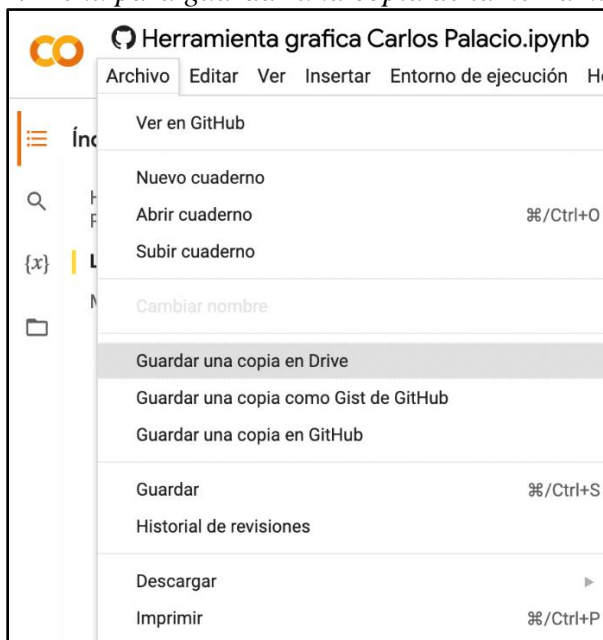
Figura 6. Pantalla de entrada a Google Colaboratory a través del enlace



El sitio de la Figura 6 corresponde a *Google Colaboratory*, un ambiente de desarrollo integrado para Python, el cual permite usar el lenguaje sin la necesidad de instalar nada en un computador, ya que se usa directamente desde el navegador web. Según Kuroki (2021) existen tres razones por las cuales es conveniente el uso de *Google Colaboratory*. En primer lugar, si bien hay otras opciones para instalar y usar Python, estas pueden ser confusas. En segundo lugar, requerir la instalación de programas en las computadoras personales puede parecer intrusivo para algunos estudiantes y profesores. En tercer lugar, instalar aplicaciones en los computadores de las aulas de clase puede requerir autorizaciones institucionales que tomen mucho tiempo de trámite.

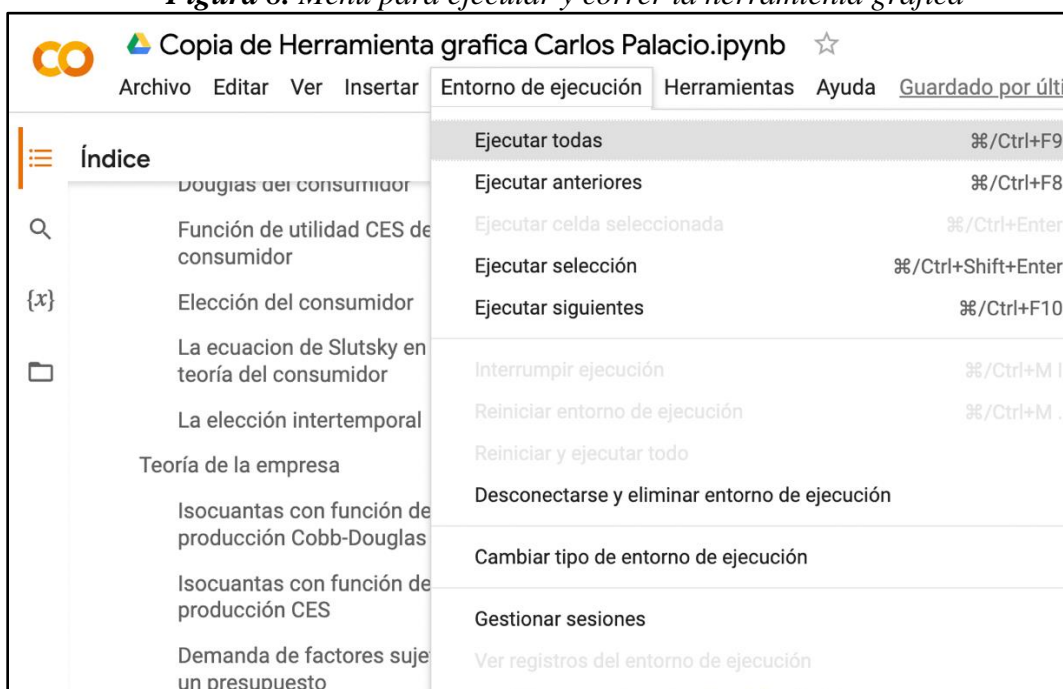
Para poder ejecutar el código, se debe iniciar sesión en una cuenta de Google. La Figura 7 muestra cómo el lector puede guardar una copia en Drive de la herramienta para su propia manipulación. Se accede al menú *Archivo* y se selecciona la opción *Guardar una copia en Drive*.

Figura 7. Menú para guardar una copia de la herramienta gráfica



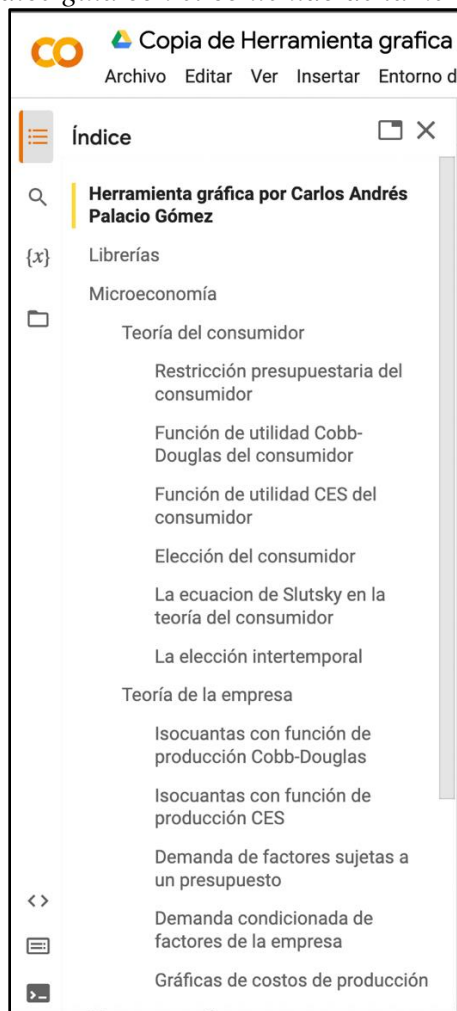
Una vez que el lector tenga su propia copia de la herramienta, puede ejecutarla de la siguiente manera: Accede al menú de *Entorno de ejecución* y selecciona la opción *Ejecutar todas*. Luego de esto, *Google Colaboratory* tomará un corto momento mientras asigna un entorno de ejecución. La Figura 8 ilustra el menú para ejecutar la herramienta.

Figura 8. Menú para ejecutar y correr la herramienta gráfica



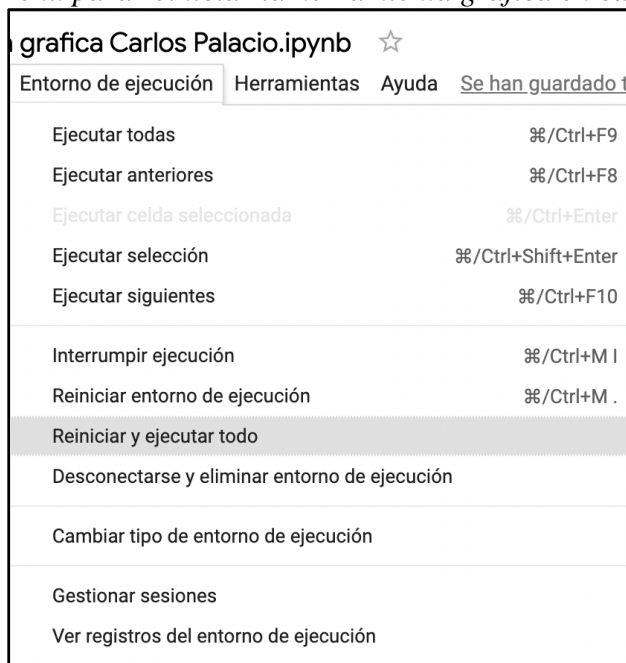
Luego de esto, el lector estará listo para usar la herramienta a plenitud. A la izquierda de la pantalla se encuentra un índice que sirve de guía para ubicarse en los modelos. Si el lector lo prefiere, puede cerrarlo. La Figura 9 muestra el índice guía que comienza con los modelos en microeconomía y termina con los modelos en macroeconomía

Figura 9. Índice guía con el contenido de la herramienta gráfica



En caso de que se presenten problemas con la herramienta, el lector puede reiniciar todo y volver al estado inicial, en el menú *Entorno de ejecución*, seleccionando la opción *Reiniciar y ejecutar todo*. La Figura 10 muestra el menú para reiniciar la herramienta.

Figura 10. Menú para reiniciar la herramienta gráfica en caso de problemas



En síntesis, el acceso desde el navegador web hace que la herramienta sea de fácil acceso. La interfaz es sencilla y el diseño es amigable para usuarios con poca experiencia en programación. Con el uso de la herramienta, los estudiantes pueden hacerse preguntas sobre qué pasaría con los modelos si cambia un parámetro y comprobarlo inmediatamente. La variedad de modelos en microeconomía y macroeconomía permite que se puedan mejorar las competencias del estudiante relacionadas al análisis gráfico.

VIII. Conclusiones

Una parte de las deficiencias en el aprendizaje de la microeconomía y la macroeconomía está relacionada con la inferencia gráfica. Desde la elaboración de las gráficas hasta su interpretación, los estudiantes de Economía tienen problemas que se van acumulando a medida que avanzan en su plan de estudios. Por ejemplo, cometen errores en la elaboración de gráficas y suelen equivocarse en detalles como la escala y el nombre de los ejes. Además, se confunden cuando una gráfica está saturada de información con curvas superpuestas y anotaciones hechas a mano.

La capacidad de interpretación gráfica tampoco está bien desarrollada. Es difícil para el estudiante reconocer relaciones entre variables, diferenciar entre el desplazamiento sobre una misma curva, cambios de pendiente o el desplazamiento de la curva en sí ante alteraciones en los parámetros de un modelo. En general, los errores e inseguridades de los estudiantes en la inferencia gráfica no permiten que se fomenten algunas de las competencias profesionales propias del economista.

No obstante, se desarrolló esta herramienta gráfica en el software Python, la cual es una estrategia didáctica que permite superar estas deficiencias. Usando una metodología similar a la propuesta por Sargent y Stachurski (2020), la construcción de dicha herramienta permite a estudiantes utilizar el ratón y el teclado para cambiar los parámetros de algunos modelos neoclásicos básicos y observar luego los efectos sobre las gráficas. Es así como interactuando con la herramienta gráfica, los estudiantes pueden lograr los resultados de aprendizaje asociados a la inferencia gráfica.

La herramienta facilita el logro de los resultados de aprendizaje relacionados con la inferencia gráfica, es decir, la capacidad de deducir conclusiones a partir del contenido visual. Los estudiantes pueden realizar sus propios gráficos a mano, identificar las formas que toman las diferentes funciones, deducir y contrastar los cambios en el modelo cuando se alteran parámetros, comprobar los resultados de ejercicios numéricos, y distinguir las variables y funciones que componen y afectan los modelos.

La herramienta se diseñó para los siguientes modelos en microeconomía: la teoría del consumidor y de la empresa, mientras que en macroeconomía se consideró el modelo de crecimiento económico de Solow-Swan y el modelo IS-LM de determinación del ingreso nacional. Sin embargo, ella puede ser extensiva a otros temas. Por ejemplo, para microeconomía, se pueden graficar los excedentes del consumidor y de la empresa, un modelo de demanda con dotaciones, el modelo de ocio-consumo, monopolios y caja de Edgeworth. Para macroeconomía, se puede evaluar el modelo Mundell-Fleming, modelos de economía internacional, entre otros. Además, se puede ampliar el desarrollo a otras áreas, como la teoría de juegos. Eventualmente, también se puede explorar la posibilidad de desarrollar un sitio web, independiente de *Google Colaboratory*, donde se puedan encontrar los modelos separados por área, facilitando aún más el acceso y el uso de la herramienta.

Finalmente, con esta herramienta, el economista mejora algunas de las habilidades profesionales y completa el set de competencias que lo vuelven más competitivo en la vida laboral, donde el uso de tecnologías cada vez más versátiles y sus distintos propósitos es actualmente obligatorio.

Referencias

- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. I. (2004). *Economic growth*, second edition, MIT Press.
- Biggs, John (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*, Narcea Ediciones, Madrid, tercera edición, 1999.
- Blecha, B. J. (1991). Economic pedagogy and microcomputer software. *Social Science Computer Review* 9 (Winter): 541-57.
- Conrad, C. (1997). Computers and pedagogy: Lessons from other disciplines. Presentation at the 1997 Allied Social Sciences Association annual meeting. January 5, 1997: 1-12
- Daniel, J. I. (1999). Computer-aided instruction on the World Wide Web: The third generation. *The Journal of Economic Education*, 30(2), 163-174.
- Grimes, P. W., and M. A. Ray. (1993). Economics: Microcomputers in college classroom – a review of the academic literature. *Social Science Computer Review* 11 (Winter): 452-63
- ICFES (2018). *Marco de referencia para el Módulo Específico en Análisis Económico del Saber Pro*.
- Jenkins, B. C. (2022). A Python-based undergraduate course in computational macroeconomics. *The Journal of Economic Education*, 53(2), 126-140.
- Kuroki, M. (2021). Using Python and Google Colab to teach undergraduate microeconomic theory. *International Review of Economics Education*, 38, 1-17.
- Levin, J. A. and C. Thurston. (1996). Research summary: Educational electronic networks. *Educational Leadership* 54 (November): 46-50
- Mankiw, G. (2020). *Macroeconomía*. Antoni Bosch editor.
- Nicholson, W. (2005). *Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones: principios básicos y ampliaciones*. Editorial Paraninfo.
- Pindyck, R. S., Rubinfeld, D. L., & Rabasco, E. (2013). *Microeconomía*. Pearson Educación.
- Romero-Aguilar, R. (2018). *Python for Economists*. Available at. <http://randall-romero.com>
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch Editor.
- Sargent, T. & Stachurski, J. (2020). *Quantitative economics with Python*. Recuperado de: www.quantecon.org el 28 de junio de 2022
- Siegfried, J.J. and Fels, R. (1979). Research on teaching college economics: A survey. *Journal of Economic Literature*, 17(3). 923-69

Sosin, K. (1998). Using the internet and computer technology to teach economics. En: Becker, W. y Watts, M. (Eds.), *Teaching economics to undergraduates: Alternatives to chalk and talk*, Chapter 6, 119-139.

Sumansky, J. (1989). College economics and the computer revolution. *Social Science Microcomputer review*, 4(4). 480-486.

Tobón, A. (2019). Diseño e implementación de resultados de aprendizaje para pregrados en Economía. *Borradores Departamento de Economía*, (85), 1-13.

Varian, H. R. (2016). *Microeconomía intermedia: un enfoque actual*. Alpha Editorial.

Varian, H. R. (2011). *Ejercicios de microeconomía intermedia*. Antoni Bosch editor.

Walstad, William B. Fender, Ann H. Fletcher, Jean y Edwards, Wayne. (1998). Using technology for teaching economics. En: Walstad, W. & Saunders, P., *Teaching undergraduate economics, a handbook for instructors*. Chapter 18, 269-285.

Walbert, M. S. (1989). Writing better software for economics principles textbooks. *Journal of Economic Education* 20 (Summer): 281-89

Borradores del CIE

No.	Título	Autor(es)	Fecha
01	Organismos reguladores del sistema de salud colombiano: conformación, funcionamiento y responsabilidades.	Durfari Velandia Naranjo Jairo Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Agosto de 2002
02	Economía y relaciones sexuales: un modelo económico, su verificación empírica y posibles recomendaciones para disminuir los casos de sida.	Marcela Montoya Múnera Danny García Callejas	Noviembre de 2002
03	Un modelo RSDAIDS para las importaciones de madera de Estados Unidos y sus implicaciones para Colombia	Mauricio Alviar Ramírez Medardo Restrepo Patiño Santiago Gallón Gómez	Noviembre de 2002
04	Determinantes de la deserción estudiantil en la Universidad de Antioquia	Johanna Vásquez Velásquez Elkin Castaño Vélez Santiago Gallón Gómez Karoll Gómez Portilla	Julio de 2003
05	Producción académica en Economía de la Salud en Colombia, 1980-2002	Karem Espinosa Echavarría Jairo Humberto Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Agosto de 2003
06	Las relaciones del desarrollo económico con la geografía y el territorio: una revisión.	Jorge Lotero Contreras	Septiembre de 2003
07	La ética de los estudiantes frente a los exámenes académicos: un problema relacionado con beneficios económicos y probabilidades	Danny García Callejas	Noviembre de 2003
08	Impactos monetarios e institucionales de la deuda pública en Colombia 1840-1890	Angela Milena Rojas R.	Febrero de 2004
09	Institucionalidad e incentivos en la educación básica y media en Colombia	David Fernando Tobón Germán Darío Valencia Danny García Guillermo Pérez Gustavo Adolfo Castillo	Febrero de 2004
10	Selección adversa en el régimen contributivo de salud: el caso de la EPS de Susalud	Johanna Vásquez Velásquez Karoll Gómez Portilla	Marzo de 2004
11	Diseño y experiencia de la regulación en salud en Colombia	Jairo Humberto Restrepo Zea Sandra Rodríguez Acosta	Marzo de 2004
12	Economic Growth, Consumption and Oil Scarcity in Colombia: A Ramsey model, time series and panel data approach	Danny García Callejas	Marzo de 2005
13	La competitividad: aproximación conceptual desde la teoría del crecimiento y la geografía económica	Jorge Lotero Contreras Ana Isabel Moreno Monroy Mauricio Giovanni Valencia Amaya	Mayo de 2005
14	La curva Ambiental de Kuznets para la calidad del agua: un análisis de su validez mediante raíces unitarias y cointegración	Mauricio Alviar Ramírez Catalina Granda Carvajal Luis Guillermo Pérez Puerta Juan Carlos Muñoz Mora Diana Constanza Restrepo Ochoa	Mayo de 2006
15	Integración vertical en el sistema de salud colombiano: Aproximaciones empíricas y análisis de doble marginalización	Jairo Humberto Restrepo Zea John Fernando Lopera Sierra Sandra Rodríguez Acosta	Mayo de 2006
16	Cliometrics: a market account of a scientific community (1957-2005)	Angela Milena Rojas	Septiembre de 2006
17	Regulación ambiental sobre la contaminación vehicular en Colombia: ¿hacia dónde vamos?	David Tobón Orozco Andrés Felipe Sánchez Gandur Maria Victoria Cárdenas Londoño	Septiembre de 2006

18	Biology and Economics: Metaphors that Economists usually take from Biology	Danny García Callejas	Septiembre de 2006
19	Perspectiva Económica sobre la demanda de combustibles en Antioquia	Elizeth Ramos Oyola María Victoria Cárdenas Londoño David Tobón Orozco	Septiembre de 2006
20	Caracterización económica del deporte en Antioquia y Colombia: 1998-2001	Ramón Javier Mesa Callejas Rodrigo Arboleda Sierra Ana Milena Olarte Cadavid Carlos Mario Londoño Toro Juan David Gómez Gonzalo Valderrama	Octubre de 2006
21	Impacto Económico de los Juegos Deportivos Departamentales 2004: el caso de Santa Fe De Antioquia	Ramón Javier Mesa Callejas Ana Milena Olarte Cadavid Nini Johana Marín Rodríguez Mauricio A. Hernández Monsalve Rodrigo Arboleda Sierra	Octubre de 2006
22	Diagnóstico del sector deporte, la recreación y la educación física en Antioquia	Ramón Javier Mesa Callejas Rodrigo Arboleda Sierra Juan Francisco Gutiérrez Betancur Mauricio López González Nini Johana Marín Rodríguez Nelson Alveiro Gaviria García	Octubre de 2006
23	Formulación de una política pública para el sector del deporte, la recreación y la educación física en Antioquia	Ramón Javier Mesa Callejas Rodrigo Arboleda Sierra Juan Francisco Gutiérrez Betancur Mauricio López González Nini Johana Marín Rodríguez Nelson Alveiro Gaviria García	Octubre de 2006
24	El efecto de las intervenciones cambiarias: la experiencia colombiana 2004-2006	Mauricio A. Hernández Monsalve Ramón Javier Mesa Callejas	Octubre de 2006
25	Economic policy and institutional change: a context-specific model for explaining the economic reforms failure in 1970's Colombia	Angela Milena Rojas	Noviembre de 2006
26	Definición teórica y medición del Comercio Intraindustrial	Ana Isabel Moreno M. Héctor Mauricio Posada D	Noviembre de 2006
Borradores Departamento de Economía			
27	Aportes teóricos al debate de la agricultura desde la economía	Marleny Cardona Acevedo Yady Marcela Barrero Amortegui Carlos Felipe Gaviria Garcés Ever Humberto Álvarez Sánchez Juan Carlos Muñoz Mora	Septiembre de 2007
28	Competitiveness of Colombian Departments observed from an Economic geography Perspective	Jorge Lotero Contreras Héctor Mauricio Posada Duque Daniel Valderrama	Abril de 2009
29	La Curva de Engel de los Servicios de Salud En Colombia. Una Aproximación Semiparamétrica	Jorge Barrientos Marín Juan Miguel Gallego Juan Pablo Saldarriaga	Julio de 2009
30	La función reguladora del Estado: ¿qué regular y por qué?: Conceptualización y el caso de Colombia	Jorge Hernán Flórez Acosta	Julio de 2009
31	Evolución y determinantes de las exportaciones industriales regionales: evidencia empírica para Colombia, 1977-2002	Jorge Barrientos Marín Jorge Lotero Contreras	Septiembre de 2009
32	La política ambiental en Colombia: Tasas retributivas y Equilibrios de Nash	Medardo Restrepo Patiño	Octubre de 2009
33	Restricción vehicular y regulación ambiental: el programa "Pico y Placa" en Medellín	David Tobón Orozco Carlos Vasco Correa Blanca Gómez Olivo	Mayo de 2010

34	Corruption, Economic Freedom and Political Freedom in South America: In Pursuit of the missing Link	Danny García Callejas	Agosto de 2010
35	Karl Marx: dinero, capital y crisis	Ghislain Deleplace	Octubre de 2010
36	Democracy and Environmental Quality in Latin America: A Panel System of Equations Approach, 1995-2008	Danny García Callejas	Noviembre de 2010
37	Political competition in dual economies: clientelism in Latin America	Angela M.Rojas Rivera	Febrero de 2011
38	Implicaciones de Forward y Futuros para el Sector Eléctrico Colombiano	Duvan Fernando Torres Gómez Astrid Carolina Arroyave Tangarife	Marzo de 2011
39	Per Capita GDP Convergence in South America, 1960-2007	Danny García Callejas	Mayo de 2011
40	Efectos del salario mínimo sobre el estatus laboral de los jóvenes en Colombia	Yenny Catalina Aguirre Botero	Agosto de 2011
41	Determinantes del margen de intermediación en el sector bancario colombiano para el periodo 2000 – 2010	Perla Escobar Julián Gómez	Septiembre de 2011
42	Tamaño óptimo del gasto público colombiano: una aproximación desde la teoría del crecimiento endógeno	Camilo Alvis Cristian Castrillón	Septiembre de 2011
43	Estimación del stock de capital humano bajo la metodología Jorgenson-Fraumeni para Colombia 2001-2009	Juan David Correa Ramírez Jaime Alberto Montoya Arbeláez	Septiembre de 2011
44	Estructura de ingresos para trabajadores asalariados y por cuenta propia en la ciudad de Ibagué	José Daniel Salinas Rincón Daniel Aragón Urrego	Noviembre de 2011
45	Identificación y priorización de barreras a la eficiencia energética: un estudio en microempresas de Medellín	Juan Gabriel Vanegas Sergio Botero Botero	Marzo de 2012
46	Medición del riesgo sistémico financiero en estudios de historia económica. Propuesta metodológica y aplicación para la banca libre en Antioquia, 1888	Javier Mejía Cubillos	Mayo de 2012
47	El tiempo, el éter que lo cubre todo: Un análisis de la temporalidad en la economía política de Karl Marx	Germán Darío Valencia Agudelo	Septiembre de 2012
48	Características de la Población Ocupada en Colombia: Un análisis del perfil de los formales e informales	José Daniel Salinas Rincón Sara Isabel González Arismendy Leidy Johana Marín	Octubre de 2012
49	Desarrollo económico Territorial: El caso del Cluster TIC, Medellín y Valle de Aburrá. Propuesta de fomento y consolidación de la industria de Contenidos Digitales	Felipe Molina Otálvaro Pablo Barrera Bolaños Tulio Montemiranda Aguirre	Noviembre de 2012
50	Análisis de la interacción entre las autoridades monetaria y fiscal en Colombia (1991-2011). Una aplicación desde la teoría de juegos	Sebastián Giraldo González Edwin Esteban Torres Gómez Ana Cristina Muñoz Toro	Enero de 2013
51	Tangible Temptation in the Social Dilema: Cash, Cooperation, and Self Control	Kristian Ove R. Myrseth Gerhard Riener Conny Wollbrant	Mayo de 2013
52	Análisis de las disparidades regionales en Colombia: una aproximación desde la estadística espacial, 1985 – 2010	Jhonny Moncada Osmar Leandro Loaiza Quintero	Octubre de 2013
53	Modelo VECM para estimar relaciones de largo plazo de un indicador de liquidez y sus determinantes	Wilman A. Gómez John F. Lopera	Noviembre de 2013
54	Informality and Macroeconomic Volatility: Do Credit Constraints Matter?	Catalina Granda Carvajal	Enero de 2015
55	¿Debería la Historia del Pensamiento Económico ser incluida en los Planes de Estudio de Economía en Pregrado?	Alessandro Roncaglia	Junio de 2015
56	A Comparative Analysis of Political Competition and Local Provision of Public Goods: Brazil, Colombia and Mexico (1991-2010)	Ángela M. Rojas Rivera Carlos A. Molina Guerra	Octubre de 2015

57	Economía, gestión y fútbol: de la pasión a la sostenibilidad financiera	Ramón Javier Mesa Callejas Jair Albeiro Osorio Agudelo Carlos Eduardo Castaño Ríos	Julio de 2016
58	Desarrollo económico y espacial desigual: panorama teórico y aproximaciones al caso colombiano	Angela Milena Rojas Rivera Juan Camilo Rengifo López	Noviembre de 2016
59	Extent of Expected Pigouvian Taxes and Permits for Environmental Services in a General Equilibrium Model with a natural capital constraint	David Tobón Orozco Carlos Molina Guerra John Harvey Vargas Cano	Noviembre de 2016
60	Riesgo idiosincrático y retornos en el mercado accionario de Colombia	Carlos Andrés Barrera Montoya	Enero de 2017
61	Incidencia de los flujos de capital en la política monetaria de Colombia, 1996-2011	Deivis Agudelo Hincapié Alexis Arias Saavedra Julián Jiménez Mejía	Enero de 2017
62	Sobre los fundamentales del precio de la energía eléctrica: evidencia empírica para Colombia	Jorge Barrientos Marín Monica Toro Martínez	Marzo de 2017
63	Desarrollo económico local y género en ámbitos territoriales rurales: el caso de la zona Liborina-Sabanalarga, Antioquia, Colombia	Harold Cardona Trujillo Jorge Lotero Contreras Paula Andrea Galeano Morales Alix Bibiana Gómez Robinson Garcés Marín	Mayo de 2017
64	Recursos y capacidades para el desarrollo económico local en Buriticá Antioquia	Tatiana María Colorado Marín Juan David Franco Henao Yesica Rangel Villada	Junio de 2017
65	Panel de VAR: Una aplicación en la movilidad de factores de producción en la integración económica Alianza del Pacífico	Carlos Andrés Villarreal Restrepo	Junio de 2017
66	Cálculo de un WACC diferenciado por región para proyectos de generación de electricidad con fuentes renovables en Colombia	Jorge Barrientos Marín Fernando Villada Duque	Agosto de 2017
67	La determinación de los precios en la teoría económica de Sir James Steuart	Alexander Tobon Arias	Agosto de 2017
68	La teoría macroeconómica de John Maynard Keynes	Ghislain Deleplace	Octubre de 2017
69	Revisión general de la producción académica en historia empresarial colombiana publicada en revistas académicas 1984-2016	Tatiana González Lopera	Noviembre de 2017
70	Una regla empírica de tasa de interés de política monetaria para una economía emergente, pequeña y abierta	Jaime Montoya Ramirez	Noviembre de 2017
71	Los salarios y la fatiga acumulada: una revisión de la teoría de la oferta de trabajo	Carlos Andrés Vasco Correa	Diciembre de 2017
72	Modelo cualitativo para estudiar la internacionalización de las multilatinas Colombianas	Ramón Javier Mesa Callejas Mauricio Lopera Castaño Paola Melisa Valencia Guzmán Mónica Andrea Álvarez Marín Paula Andrea Uribe Polo	Febrero de 2018
73	Mediciones del crecimiento económico regional y local en Colombia, 1950-2017: una revisión	Jaime Vallecilla G.	Febrero de 2018
74	Planteamiento de la cuestión agraria en la historiografía agraria colombiana: 1936 – 2016	Juan Carlos Velásquez Torres	Marzo de 2018
75	Los estudios en historia fiscal de Colombia sobre el siglo XX	Angela Milena Rojas R.	Noviembre de 2018
76	Can environmental taxes and payments for ecosystem services regulate pollution when the resilience of water bodies is surpassed?	David Tobón-Orozco Carlos Molina Harvey Vargas	Noviembre de 2018
77	Sobre la estructura de gasto y la curva de Engel de los hogares urbanos: evidencia empírica para Medellín	Jorge Barrientos Marín Efraín Arango Sánchez	Noviembre de 2018

78	Determinantes de la productividad multifactorial: los casos de las principales economías latinoamericanas y emergentes de Asia (1960 - 2015)	Wilman Arturo Gómez Carlos Esteban Posada Remberto Rhenals	Diciembre de 2018
79	Implementación de una evaluación por competencias académicas en el pregrado de Economía de la Universidad del Magdalena, Colombia	Rafael García José González Porto Luz Helena Díaz Álvaro Acevedo Alexander Tobón	Mayo de 2019
80	Determinantes del ahorro interno en Colombia: un acercamiento desde las Cuentas Nacionales Trimestrales para el período 1994-2017	Jaime Montoya Ramirez	Junio de 2019
81	Álgebra de un modelo simple IS-MR-AD-AS: Notas de clase	Jaime Alberto Montoya Remberto Rhenals	Agosto de 2019
82	¿Las diferencias importan? Heterogeneidad y dilemas sociales en recursos naturales, aportes desde la Economía experimental y del comportamiento	Yady Marcela Barrero	Septiembre de 2019
83	Concentración de tierras, paz territorial e impuesto predial rural en Antioquia	Cristian Sánchez Salazar	Septiembre de 2019
84	Una breve aplicación a la predicción de la fragilidad de empresas colombianas, mediante el uso de modelos estadísticos	Jorge Iván Pérez García Mauricio Lopera Castaño Fredy Alonso Vásquez Bedoya	Septiembre de 2019
85	Diseño e implementación de resultados de aprendizaje para pregrados en Economía	Alexander Tobón	Octubre de 2019
86	Corrupción, incentivos y contrabando técnico en Colombia, 1998 – 2013	Edwin Esteban Torres Gómez Luis Ricardo Argüello Cuervo	Noviembre de 2019
87	Efecto de los programas educativos en pruebas estandarizadas. Un análisis por cuartiles de la política educativa "Antioquia la más educada".	Diana Lucia López López Edwin Esteban Torres Gómez Cristian Sánchez Salazar	Diciembre de 2019
88	Identificación de las principales restricciones operativas al crecimiento en Antioquia, Caldas, Risaralda y Quindío	Harold Cardona-Trujillo Estefany Peña Rojas	Diciembre de 2020
89	La teoría económica: ¿un monumento en peligro?	Jean Cartelier	Febrero de 2021
90	Caída y convergencia mundial de las tasas de inflación	Wilman Gómez Carlos Esteban Posada Remberto Rhenals	Marzo de 2021
91	¿Es posible explicar la crisis colombiana de 1998-2003 a partir de la teoría austríaca del ciclo económico?	Andrés Mauricio Rosero Sánchez	Mayo de 2021
92	La estructura de la propiedad de la tierra y su relación con la inversión social local en Colombia, 2000 – 2010	Mariana Rincón Orozco	Junio de 2021
93	Conferencia de Carlo Benetti con motivo de su investidura como Doctor Honoris Causa de la Universidad Metropolitana de México en 2015	Carlo Benetti	Septiembre de 2021
94	Crédito, producción y consumo en la teoría monetaria de Hawtrey (1919)	Carlos Andrés Villarreal Restrepo	Octubre de 2021
95	Entre el poder y la resistencia. Asesinato de líderes sociales y restitución de tierras en Colombia	Juan Fernando Zabala Hincapié	Diciembre de 2021
96	La estructura lógica de la teoría del equilibrio general dinámico estocástico	Alexander Tobón	Agosto de 2022
97	Transición demográfica, acumulación y uso del capital humano: ¿por qué muchos países siguen siendo pobres?	Ana Isabel Suárez García	Octubre de 2023
98	Metodología para la construcción y evaluación de resultados de aprendizaje para programas de pregrado y posgrado	Alexander Tobón Arias	Abril de 2024
99	La interacción gráfica en Python como herramienta para mejorar el aprendizaje en microeconomía y macroeconomía	Carlos Andrés Palacio Gómez	Octubre de 2024

**LECTURAS
DE
ECONOMÍA**

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Económicas
Departamento de Economía