

Primera visualización para una propuesta para la Mejora y  
Modernización del Laboratorio de Estudios Políticos,  
Económicos y Sociales (LEPES)

Juan José Berrio Galeano

Presentado a : Facultad de Economía Universidad Autónoma Latinoamericana

10 de octubre de 2024



# Índice general

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Contexto y Justificación</b>  | <b>5</b>  |
| <b>2. Integración Interdisciplinaria y Modernización de LEPES</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1. Integración Interdisciplinaria . . . . .   | 7         |
| 2.1.1. Integración Interna . . . . .  | 7         |
| 2.1.2. Integración Externa . . . . .  | 8         |
| 2.2. Modernización de LEPES . . . . .   | 9         |
| <b>3. Una modelación que permita determinar los costos de dependencia en personas mayores.</b>                            | <b>11</b> |
| <b>4. Laboratorios Propuestos</b>   | <b>13</b> |
| 4.1. Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Pensionales . . . . .  | 13        |
| 4.2. Crecimiento y Acumulación de Capital con expectativas ecosistemas . . . .  | 14        |
| 4.3. Herramienta Tecnológica para la Evaluación de Modelos de Crecimiento Económico Neoclásico Basadas en Datos . . . . . | 17        |
| 4.4. Herramienta Tecnológica que ayude en la creación de políticas publica. . .   | 18        |
| 4.5. Calculadoras . . . . .   | 19        |



# Capítulo 1

## Contexto y Justificación

Mi formación en Economía y Matemáticas refleja la postura que quiero asumir en mi desarrollo académico. Mi proyecto personal es crear una herramienta que almacene notas de clase, investigaciones, calculadoras e instrumentos útiles para un economista-matemático. El objetivo principal es lograr la matematización, sistematización y digitalización de modelos económicos aplicables a personas, empresas y entidades gubernamentales. No se trata de reinventar lo que ya existe, sino de ponerlo en una plataforma tecnológica más accesible y funcional. (En otra oportunidad, espero poder mostrar al menos la estructura, composición y funciones básicas de esta herramienta).

Sé que aún me falta mucho por aprender, pero me gusta **intentar inventar** en el proceso. A esta altura de la carrera, siento que mis ideas son lo bastante sólidas como para empezar a explorar y desarrollar propuestas propias. Creo que este es un paso importante en mi formación como estudiante.

Con esta idea en mente, decidí escribir mis diferentes notas de clase en economía con un enfoque matemático puro, organizadas en tomos específicos. Hasta la fecha, he avanzado en los tomos de Economía Matemática, Teorías del Crecimiento Neoclásico, Economía Ambiental, Políticas Públicas y Mercado de Capitales. Este trabajo no solo consolida un aprendizaje, sino que también sirve como base para la futura herramienta tecnológica que quiero desarrollar.

Por otro lado, descubrí que la Universidad Autónoma Latinoamericana ofrece programas de extensión muy interesantes, agrupados en tres categorías principales: *transferencia de conocimiento*, basada en asesoría y consulta; *educación continua*, con cursos especializados; y *proyección social*, que incluye servicios como el consultorio jurídico, el contable y el NAF.<sup>1</sup>

En cuanto a los programas de asesoría y consulta, la Facultad de Derecho cuenta con MARC (Centro de Mecanismos Alternativos de Resolución de Conflictos), la Facultad de Ingeniería con PYGLO (Consultorio Empresarial PYMEmpresa), y la Facultad de Economía con LEPES (Laboratorio de Estudios Políticos, Económicos y Sociales). LEPES es particularmente interesante para mí, ya que veo en él una plataforma perfecta para llevar a cabo mi proyecto como estudiante.

Mi objetivo es integrar los conocimientos que he adquirido con la oportunidad que ofrece la universidad a través del LEPES, para crear herramientas tecnológicas que contribuyan al análisis económico desde una perspectiva matemática. La idea es que estas plataformas no solo sirvan como repositorios de contenido, sino que también sistematicen y simplifiquen procesos analíticos complejos, ofreciendo a estudiantes, investigadores o profesionales un recurso útil para la toma de decisiones informadas.

---

<sup>1</sup>La información proviene del sitio web de UNAULA, la principal referencia para los estudiantes interesados en estos programas. Fuente: UNAULA

LEPES, textualmente: <sup>2</sup>

Busca impactar socialmente, de tal manera que desde la academia sea posible aportar para acceder a una sociedad cada vez más compleja desde la triada Política, Económica y Social. En este sentido, LEPES ofrece a la comunidad en general:

- Sondeos de opinión
- Consultoría y asesoría en temas políticos, económicos y sociales
- Acompañamiento en la elaboración de planes de desarrollo públicos y privados
- Evaluación de desempeño político de administraciones públicas en todos los niveles
- Estudio de factibilidad, diagnóstico, elaboración e impacto de políticas públicas a nivel regional y subregional
- Investigación en el área de crecimiento, pobreza, calidad de vida, productividad, competitividad, sostenibilidad, procesos espaciales, dinámicas sociales y poblacionales
- Evaluación y formulación de proyectos
- Banco de proyectos y manejo de regalías

Es así como LEPES se constituye en una opción real para las necesidades comunitarias y la evaluación del desarrollo político, social y económico de la sociedad.

No cabe duda de que el laboratorio tiene un gran potencial para convertirse en un referente en la investigación aplicada. No obstante, a diferencia de los otros servicios de asesoría y consulta, fue la única información importante que encontré. No logré conseguir datos adicionales que me permitieran conocer más sobre lo que han hecho; no encontré investigaciones, metodologías o enfoques de trabajo, y no sé quiénes son sus líderes. Tampoco existe un número o enlace de contacto claro. Esta situación me hace pensar que el laboratorio requiere un espacio virtual donde se muestre la gestión, aplicabilidad y el impacto de sus estudios e investigaciones.

Por este contexto, y dado que soy estudiante activo de la Facultad de Economía, surge esta **Primera visualización de una propuesta para la Mejora y Modernización de LEPES**. La intención de esta propuesta es aprovechar las oportunidades que la academia me permite en términos de investigación y desarrollo experimental.

El **Capítulo 2** expone una serie de mejoras estratégicas que pienso pueden ser útiles para la modernización de LEPES, basadas en la integración multidisciplinaria. En este capítulo también se abordan propuestas para digitalizar procesos de análisis, como la creación de una plataforma para modelar y simular políticas públicas, automatizaciones, simulaciones y herramientas propias para el análisis de datos.

En **Capítulo 3** es una explicación de un caso actual en la que me veo involucrado que puede servir como caso aplicativo real y sobretodo de gran impacto.

El **Capítulo 4** es un recopilatorio de laboratorios propuestos, inspirados en las experiencias académicas presentes. Aquí se plantean ideas sobre cómo transformar LEPES en un espacio dinámico donde estudiantes, profesores y profesionales puedan participar en investigaciones aplicadas.

---

<sup>2</sup>El objetivo es tomado de la fuente oficial, Fuente: UNAULA

## Capítulo 2

# Integración Interdisciplinaria y Modernización de LEPES

**Propósito:** Reforzar el Laboratorio de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (LEPES) para ofrecer servicios avanzados que incluyan la matematización, sistematización y digitalización de los servicios existentes.

### 2.1 Integración Interdisciplinaria

Soy un mal estudiante. Comencé a estudiar economía en 2012 y, en 2024 aún no he terminado la carrera. He pasado por tres planes de estudio diferentes y he perdido una gran cantidad de materias, pero, conozco como pocos, la dinámica interna de la facultad, y sé que el esfuerzo de mantenerla en pie ha recaído, durante mucho tiempo, en muy pocas personas. Sus múltiples ocupaciones hacen obvio que no haya tiempo suficiente para construir una estructura que verdaderamente comprometa tanto a estudiantes como a profesores a explorar las diversas alternativas que ofrece el estudio de la economía.

Como estudiante de 29 años me surge la necesidad de una integración interdisciplinaria que revitalice la participación y fomente un enfoque más diverso y robusto en la formación académica y en la investigación aplicada. También que cada estudiante tenga en su hoja de vida que hizo parte del laboratorio de estudios, políticos y económicos de UNAULA y en lo que contribuyo, es una etiqueta de calidad.

#### 2.1.1 Integración Interna

Considerando el plan de estudios de 8 semestres del programa de Economía, propongo maximizar la colaboración y el aprovechamiento de los conocimientos de los profesores y estudiantes de la Facultad de Economía. Para lograrlo, busco implementar una estructura robusta que integre áreas clave del plan de estudios de Economía, fomentando un enfoque interdisciplinario que potencie la calidad y aplicabilidad de los proyectos del laboratorio. La idea es reconocer que cada estudiante tiene objetivos propios y gustos académicos distintos.

#### Creación de Comités Interdisciplinarios

- **Comité de Matemática Aplicada, Ciencia de Datos, Estadística, Econometría y Simulación:**

Formado por profesores y estudiantes especializados en cálculo, álgebra lineal, métodos matemáticos para economistas, econometría, ciencia de datos, estadística, etc. Este comité se en-

cargará de crear formatos de recolección de datos, desarrollar modelos matemáticos avanzados para analizar datos y evaluar estudios. Se dedicará a soportar todo el análisis formal.

- **Comité de Desarrollo Económico, Crecimiento Económico y Políticas Públicas:**

Integrado por aquellos que se inclinen en fundamentos de economía, macroeconomía, microeconomía, políticas públicas, formulación y evaluación de proyectos, economía ambiental y más. Este comité enfocará sus esfuerzos en la observación, evaluación y formulación de estudios y desarrollo económicos vistos desde el lado gubernamental, empresarial o individual.

- **Comité de Evaluación Financiera:** Compuesto por profesores y estudiantes con formación en análisis financiero, matemáticas financieras y contabilidad. Este comité se encargará de evaluar la viabilidad financiera de proyectos, desarrollar modelos financieros para optimizar recursos, generar informes sobre el estado financiero y las recomendaciones para mejorar la gestión financiera, proponer modelos de portafolio de inversión según los sectores. etc.

### Innovación en Herramientas Analíticas

- Aprovechando las competencias, se diseñarán y desarrollarán nuevas herramientas que faciliten la sistematización y digitalización de los procesos de investigación y evaluación. Esto incluye la creación de las *bases conceptuales*<sup>1</sup> para el desarrollo de software especializado y plataformas digitales que permitan un análisis más profundo y accesible de los datos.

### Implementación de Talleres y Seminarios Interdisciplinarios

- **Talleres Interdisciplinarios:** organizar talleres que reúnen a los diferentes comités para discutir y abordar problemas específicos de manera colaborativa. Por ejemplo, talleres sobre evaluación de impacto económico de políticas públicas, o sobre la implementación de modelos matemáticos en análisis financiero.
- **Seminarios de Innovación:** Se realizarán seminarios que presenten avances en métodos matemáticos aplicados a la economía y políticas públicas, así como nuevas herramientas tecnológicas desarrolladas por los comités. Estos seminarios servirán para actualizar los conocimientos de todos los miembros del laboratorio y fomentar la colaboración en la investigación aplicada.

## 2.1.2 Integración Externa

### Colaboración con Otras Facultades

- **Facultad de Ingeniería de Sistemas:** Propongo aprovechar el programa PYGLO para establecer acuerdos de colaboración con esta facultad para el desarrollo de herramientas tecnológicas y sistemas de análisis avanzados. Para mi propuesta es de vital importancia el trabajo conjunto de personas que posean habilidades en desarrollo de software ,sistemas digitales y muchas cosas mas que no quiero mencionar para no ser impreciso. la idea es experimentar con la creación de plataformas que permitan la automatización de cálculos económicos, la simulación de escenarios de mercado ,el análisis de grandes volúmenes de datos en tiempo real, una herramienta que ayude a la creación de políticas publicas y mucho más.
- **Facultades de Administración y Contaduría:** La colaboración con estas facultades permitirá integrar conceptos económicos en herramientas empresariales para la gestión y la toma de decisiones. Los proyectos conjuntos podrán enfocarse en el análisis de costos de producción, optimización de recursos, planificación financiera y estrategias de crecimiento económico a nivel empresarial.

---

<sup>1</sup>El termino base conceptuales hace referencia a que no se va a tirar codigo, es simplemente crear los pilares fundamentales para la creación de este.



- **Facultad de Ingeniería Industrial:** Permitirá aplicar modelos económicos en la optimización de procesos productivos, reducción de costos y mejora en la cadena de suministro. Por ejemplo, se trabajará en el diseño de sistemas que permitan calcular con precisión el costo de producción de bienes y servicios, maximizando la eficiencia operativa y minimizando los desperdicios en las operaciones.
- **Facultad de Educación:** Se promoverá la integración de conceptos económicos y matemáticos en la formación de docentes para que puedan enseñar economía y análisis de datos de manera más efectiva a estudiantes de diversos niveles educativos. La colaboración incluirá el diseño de programas de formación que aborden la importancia de la economía en el desarrollo social, así como la creación de materiales educativos que ayuden a los docentes a impartir conocimientos económicos de manera más didáctica y accesible.

### Escalabilidad y Replicabilidad

- **Desarrollo de Modelos Escalables:** Se diseñarán modelos de investigación y proyectos que puedan ser escalados y replicados en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos, maximizando el impacto de los estudios.
- **Replicabilidad:** Para entender este concepto en lo que propongo un poco mejor, consideremos por ejemplo lograr sistematizar, y digitalizar en una herramienta tecnológica, ya sea calculadora o software, el estudio publicado por el Grupo de Investigación Económica (GINVECO) de efectos de la reputación del banco central en Colombia sobre la tasa de interés, que básicamente, demuestra que la forma de comunicar las minutas del banco central influye en la reputación de este y por tanto en los errores de pronóstico.<sup>2</sup>. Es posible usar esta metodología para predecir el nivel de impacto de cualquier escrito.

## 2.2 Modernización de LEPES

Modernizar LEPES no implica grandes inversiones en tecnología, sino aprovechar las herramientas y enfoques académicos actuales para mejorar la calidad y el impacto de los estudios y servicios.

### Integración de Tecnología Avanzada

- **Big Data y Machine Learning:** Uso de análisis de datos masivos y modelos predictivos para estudios más precisos y relevantes.
- **Herramientas Digitales:** Desarrollo de software para sistematizar la recolección y análisis de datos, y facilitar la presentación de resultados.

### Capacitación y Desarrollo de Talento

- **Capacitación Continua:** Formación en tecnologías y métodos avanzados para el equipo de LEPES.
- **Habilidades Blandas:** Fomento de competencias en gestión, trabajo en equipo y comunicación.

### Producción y Divulgación de Estudios

---

<sup>2</sup>En la página web de la universidad, en la sección de repositorios, grupos de investigación, GINVECO. Se encontrará el documento

- **Conocimiento Aplicable:** Producción de estudios útiles para la toma de decisiones en lo político, económico y social.
- **Accesibilidad:** Resultados claros y accesibles para tomadores de decisiones y la comunidad.

### Evaluación y Seguimiento

- **Evaluación Continua:** Sistema de seguimiento para medir impacto y ajustar estrategias.
- **Indicadores de Éxito:** Definición de métricas para evaluar la calidad, impacto y eficiencia de los proyectos.

### Plataforma Web Interactiva

- **Página Web del LEPES** Se desarrollará una plataforma digital centralizada que permitirá mostrar, recopilar y dar acceso a todos los estudios, proyectos y datos generados por el laboratorio.
- **Interacción y Colaboración:** La plataforma incluirá espacios para la interacción con estudiantes, investigadores y tomadores de decisiones, permitiendo recibir retroalimentación, proponer colaboraciones y compartir resultados en tiempo real.
- **Visualización de Datos:** Se integrarán herramientas interactivas para la visualización de datos, gráficos dinámicos y modelos predictivos, facilitando la comprensión y uso de la información por parte de la comunidad académica y profesional.

## Capítulo 3

# Una modelación que permita determinar los costos de dependencia en personas mayores.

En la actualidad, tengo la oportunidad de hacer un estudio para una fundación llamada **Fundacol**<sup>1</sup>, una organización comprometida con mejorar la calidad de vida de las personas mayores en situación de vulnerabilidad. El propósito de este trabajo es crear un **modelo integral y dinámico** que ofrezca una comprensión profunda y precisa del costo asociado con la dependencia en personas mayores.

Luego del primer acercamiento con el encargado, generé una propuesta de visualización preliminar con el propósito de identificar una base sólida para un análisis adecuado. Propuse abordar el desafío de determinar los costos de dependencia mediante el análisis de **interacciones multinivel** y la adaptabilidad del sistema. Partiendo de supuestos fundamentales, clasifique términos clave para garantizar una comprensión común. En este sentido, definí el **nivel de dependencia** como el estado de salud física y mental de cada adulto mayor que requiere asistencia, así como los recursos específicos necesarios para su mantenimiento y mejora.

El modelo propuesto organiza los niveles de dependencia en cuatro categorías clave:

- **Individual:** Características personales como la edad, estado de salud y capacidades funcionales.
- **Comunitario y social:** Acceso a servicios de salud, redes de apoyo familiar y comunitario.
- **Ambiental:** Factores relacionados con la calidad del entorno, accesibilidad y disponibilidad de tecnología para el cuidado.
- **Global:** Políticas públicas, cambios demográficos y tendencias económicas a gran escala.

Para estructurar el análisis, propongo la siguiente relación de dependencia:

$$C = F(I, S, A, G)$$

Donde los costos de dependencia ( $C$ ) son una función de las variables **Individuales** ( $I$ ), **Sociales** ( $S$ ), **Ambientales** ( $A$ ) y **Globales** ( $G$ ). Cada una de estas variables se desglosa en subvariables específicas, ponderadas de acuerdo a su impacto relativo en el costo total. La idea clave es suponer

---

<sup>1</sup>Fundacol es una organización sin fines de lucro ubicada en Medellín, Colombia, comprometida con mejorar la calidad de vida de las personas mayores a través de programas que promueven su bienestar e inclusión social. Para más información, véase <https://fundacol.org/>.

que estas variables se combinan para influir en el costo total de la dependencia, facilitando un análisis preliminar que destaca los factores más relevantes.

Luego, mostré un **ejemplo simplificado**. Supuse que el costo de dependencia en personas mayores es determinado solo por las condiciones individuales. A estas interacciones a nivel individual se les debe asignar un rol de importancia a la hora de determinar el nivel de salud y bienestar. Para ello, se emplearon parámetros que reflejen esa situación, usualmente representados por letras griegas como  $\alpha$   $\beta$   $\gamma$   $\rho$   $\epsilon$ .

Entonces, se tiene que:

$$C = f(I)$$

Los factores individuales se fundamentaron en que son una interacción de la edad, el estado físico, el estado mental, la estabilidad económica y el componente de adaptabilidad.

$$I = g(E, F, M, S, A)$$

Afirmé que la forma de relacionar las interacciones dependerá del análisis riguroso de los factores. También propuse creer que el nivel de dependencia (D) aumenta con la edad (E) y aumenta cuando el estado físico (F) y mental (M), la estabilidad económica (S) y su capacidad de adaptación disminuyan (A).

Expresé que una vez determinado el nivel de salud y bienestar individual I, que es función de variables individuales, se puede traducir este nivel a un costo de dependencia específico.

Por ejemplo, si se encuentra que una persona tiene un nivel  $\mathbf{I} = \mathbf{X}$  de salud y bienestar, el costo de esa dependencia  $\mathbf{C}(\mathbf{X})$  puede calcularse integrando los costos fijos y variables asociados con mantener ese nivel de salud y bienestar.

$$C(X) = C_{fijo} + k(X)$$

Cuanto mayor sea el nivel de dependencia mayor será el costo asociado.

Después, **agregué la incertidumbre** porque quiero que el nivel de dependencia considere la falta de certeza que se tiene sobre lo que va a suceder. Existen varias formas de modelar la incertidumbre, pero una forma intuitiva sería asumir que cada uno de estos factores sigue una distribución probabilística.

Para simplificar aun más, supuse que D sigue una distribución log-normal o una distribución beta en función de los factores individuales. Esto es porque el nivel de dependencia es una variable continua y no negativa.

Lo anterior indica a considerar como cierto, que cada uno de los factores, como la edad, el estado físico, el estado mental, la estabilidad económica y la adaptabilidad A, tiene una distribución asociada.

La conclusión de la visualización preliminar fue un proceso de simulación en python. Se realizó una simulación del nivel de dependencia D y del costo de dependencia C asignando valores numéricos a los parámetros del modelo. En el siguiente enlace se puede ver todo lo mencionado.

<https://sites.google.com/view/juanjoseberriogaleano/>.

## Capítulo 4

# Laboratorios Propuestos

**Propósito:** Exponer laboratorios que busquen la integración de estudiantes y profesores en investigaciones con impacto real enfocado en la creación de herramientas tecnológicas. La idea es que LEPES no solo sea un lugar para aprender, sino también para aplicar esos conocimientos en problemas actuales, conseguir recursos y mostrar porque la facultad es acreditada en alta calidad.

### 4.1 Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Pensionales

Crear un modelo dinámico para evaluar la sostenibilidad de los sistemas pensionales. Puede tener como objetivo, analizar la viabilidad a largo plazo de los sistemas de pensiones, considerando factores clave como la demografía, la gestión financiera y las reformas necesarias. El objeto es evaluar si, bajo ciertas condiciones, un sistema pensional podría asemejarse a un esquema Ponzi. Impulsado por el profesor Sardi de mercado de capitales.

#### Variables del Modelo

- $P(t)$ : Número de pensionados en el tiempo  $t$ .
- $C(t)$ : Número de cotizantes en el tiempo  $t$ .
- $A(t)$ : Aporte promedio por cotizante en el tiempo  $t$ .
- $B(t)$ : Beneficio promedio por pensionado en el tiempo  $t$ .
- $F(t)$ : Fondo acumulado del sistema pensional en el tiempo  $t$ .
- $R(t)$ : Rendimiento de las inversiones del fondo en el tiempo  $t$ .
- $G(t)$ : Gastos administrativos y de gestión en el tiempo  $t$ .

#### Ecuaciones del Modelo

#### Evolución del Fondo Pensional

$$\frac{dF(t)}{dt} = C(t) \cdot A(t) + R(t) \cdot F(t) - P(t) \cdot B(t) - G(t) \quad (4.1)$$

Esta ecuación muestra cómo el fondo acumulado cambia en el tiempo. Los ingresos del fondo provienen de los aportes de los cotizantes  $C(t) \cdot A(t)$  y los rendimientos de las inversiones  $R(t) \cdot F(t)$ . Los egresos son los pagos a los pensionados  $P(t) \cdot B(t)$  y los gastos administrativos  $G(t)$ .

### Demografía y Transición de Cotizantes a Pensionados

$$\frac{dP(t)}{dt} = \lambda \cdot C(t - \tau) - \mu \cdot P(t) \quad (4.2)$$

Aquí,  $\lambda$  es la tasa de transición de cotizantes a pensionados, y  $\tau$  es el tiempo que tarda un cotizante en jubilarse.  $\mu$  es la tasa de mortalidad de los pensionados.

### Número de Cotizantes

$$\frac{dC(t)}{dt} = \nu(t) - \lambda \cdot C(t) - \delta \cdot C(t) \quad (4.3)$$

$\nu(t)$  es la tasa de entrada de nuevos cotizantes, y  $\delta$  es la tasa de pérdida de cotizantes (por ejemplo, por desempleo, informalidad, etc.).

### Sostenibilidad Financiera

Para evaluar la sostenibilidad, consideramos la relación entre los ingresos y egresos:

$$S(t) = \frac{C(t) \cdot A(t) + R(t) \cdot F(t)}{P(t) \cdot B(t) + G(t)} \quad (4.4)$$

El sistema es sostenible si  $S(t) \geq 1$ . Si  $S(t) < 1$  de manera persistente, el sistema está en riesgo de insolvencia.

### Escenarios de Simulación

- **Escenario de Demografía Desfavorable:** Disminución en  $\nu(t)$  (menos cotizantes nuevos) y aumento en  $\mu$  (mayor longevidad de los pensionados).
- **Escenario de Mala Gestión:** Aumento en  $G(t)$  (gastos administrativos) y disminución en  $R(t)$  (rendimientos de inversión).
- **Escenario de Ausencia de Reformas:** Mantenimiento de  $A(t)$  y  $B(t)$  sin ajustes necesarios para reflejar cambios demográficos y económicos.
- **Escenario Combinado:** Combinación de los factores anteriores para evaluar un colapso potencial del sistema.

Este modelo permite simular diferentes escenarios de dependencia de la entrada de nuevos cotizantes y evaluar si el sistema pensional podría asemejarse a un esquema Ponzi bajo condiciones de insostenibilidad financiera, mala gestión y demografía desfavorable. Implementar este modelo en un entorno de simulación permitirá obtener resultados concretos y realizar un análisis más profundo.

## 4.2 Crecimiento y Acumulación de Capital con expectativas ecosistemas

Dos enfoques neoclásico y poskeynesiano se proponen para ofrecer una visión integral de cómo los diferentes tipos de capital—incluyendo el capital natural y los servicios ecosistémicos—afectan la producción y el bienestar económico. Impulsado por la clase de economía ambiental.

## 4.2. CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE CAPITAL CON EXPECTATIVAS ECOSISTEMAS

### Propuesta de Modelo Neoclásico con Componentes Ambientales

Amplíemos la idea clásica de producción (función de Cobb-Douglas) para incorporar los impactos del capital natural y los servicios ecosistémicos.

#### Función de Producción

En el modelo estándar neoclásico, la función de producción es:

$$Y(t) = A(t) \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^{1-\alpha}$$

Podríamos modificar esta función para incluir el **capital natural**  $N(t)$ , que podría representar la calidad del ecosistema, los recursos naturales o los servicios que ofrece la naturaleza (como la captura de carbono, biodiversidad, etc.). Una opción sería:

$$Y(t) = A(t) \cdot K(t)^\alpha \cdot L(t)^\beta \cdot N(t)^\gamma$$

Donde:

- $K(t)$  es el capital físico (infraestructura, maquinaria, etc.).
- $L(t)$  es el trabajo (empleo).
- $N(t)$  es el capital natural (ecosistemas, biodiversidad, recursos).
- $A(t)$  es el progreso tecnológico.
- $\alpha, \beta, \gamma$  son las elasticidades de cada factor.

#### Acumulación de Capital

El capital físico y el capital natural se acumulan de diferentes maneras. El capital físico sigue el crecimiento típico del modelo de Solow:

$$\frac{dK(t)}{dt} = s \cdot Y(t) - \delta_K \cdot K(t)$$

Donde  $s$  es la tasa de ahorro, y  $\delta_K$  es la tasa de depreciación del capital físico.

Para el **capital natural**, se podría suponer un comportamiento similar pero con una tasa de regeneración del capital natural y degradación causada por el uso económico:

$$\frac{dN(t)}{dt} = r_N \cdot N(t) - d_N \cdot Y(t)$$

Donde:

- $r_N$  es la tasa de regeneración del capital natural.
- $d_N$  es la tasa de degradación ambiental debida a la producción económica.

Esto refleja que un aumento en la producción económica puede deteriorar el capital natural si no se gestiona de manera sostenible.

## Emisiones

Una parte fundamental de este modelo es considerar las **emisiones** y su impacto en el ambiente. Podríamos modelar las emisiones de CO2 como una función de la producción económica:

$$E(t) = e_Y \cdot Y(t)$$

Donde  $e_Y$  es la intensidad de carbono de la economía. Las emisiones alimentan el modelo climático y afectan el capital natural  $N(t)$  al deteriorar los ecosistemas (por ejemplo, a través del cambio climático).

## Propuesta de Modelo Poskeynesiano con Capital Natural

El **Modelo Poskeynesiano con Capital Natural** incorpora dinámicas más complejas entre la demanda agregada, la distribución del ingreso y la sostenibilidad ecológica.

En este modelo, enfocamos la interacción entre variables económicas reales como la demanda efectiva, la distribución del ingreso y el ciclo de inversión. El capital natural puede ser tratado como una variable exógena o endógena, dependiendo de su relación con la inversión y las políticas ambientales.

## Función de Producción con Capital Natural

En el enfoque poskeynesiano, se puede considerar una función de producción lineal de tipo Kaleckiano que incluya componentes ambientales:

$$Y(t) = v \cdot I(t) + g \cdot N(t)$$

Donde:

- $v$  es el multiplicador de la inversión.
- $I(t)$  es la inversión en capital físico.
- $g$  es el impacto directo del capital natural en la producción.
- $N(t)$  sigue siendo el capital natural.

Este enfoque kaleckiano resalta el papel central de la inversión en la determinación del nivel de producción, al tiempo que incluye los efectos del capital natural en la economía, lo que hace que la sostenibilidad ecológica influya en la producción.

## Dinámica de la Inversión

La inversión,  $I(t)$ , depende del nivel de **beneficios**  $\pi(t)$  y de las expectativas de los empresarios sobre el futuro crecimiento económico. En este modelo, la relación entre el capital natural y la inversión es más directa, ya que políticas que promueven la sostenibilidad y la conservación del capital natural (como la inversión en energías renovables o tecnologías limpias) pueden estimular la inversión en el largo plazo.

La inversión no solo responde a las expectativas de beneficios futuros, sino también a las políticas ambientales que mejoran la preservación del capital natural, haciendo que la inversión tenga un impacto positivo en la sostenibilidad.



## 4.3. HERRAMIENTA TECNOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN DE MODELOS DE CRECIMIENTO

### Modelo de Crecimiento con Sostenibilidad

En este modelo poskeynesiano, el crecimiento puede estar limitado por el agotamiento del capital natural. Esto afecta las tasas de inversión y el crecimiento a largo plazo:

$$\frac{dI(t)}{dt} = f(\pi(t), e_Y, N(t))$$

Donde:

- $\pi(t)$  son los beneficios empresariales, que dependen de la sostenibilidad del capital natural y de las expectativas económicas.
- $e_Y$  es la intensidad de carbono de la economía.
- $N(t)$  es el capital natural disponible.

Este modelo captura las interrelaciones entre las expectativas económicas, la inversión, los beneficios empresariales y el capital natural. Muestra que el crecimiento económico sostenible solo es posible si se mantiene y mejora el capital natural, lo cual afecta tanto a la capacidad productiva como a las decisiones de inversión. (espero mas adelante probar la composición de la función  $I(t)$  en  $Y(t)$ ).

## 4.3 Herramienta Tecnológica para la Evaluación de Modelos de Crecimiento Económico Neoclásico Basadas en Datos

La evaluación de modelos de crecimiento económico neoclásico requiere una comprensión profunda de los datos económicos y la capacidad de aplicar modelos matemáticos complejos. Para apoyar esta evaluación, se propone intentar desarrollar una herramienta tecnológica que facilite el análisis y simulación de estos modelos, integrando datos reales y permitiendo la visualización y ajuste de parámetros de manera interactiva.

### Objetivos de la Herramienta

El objetivo principal de esta herramienta es proporcionar una plataforma que permita:

- La integración de datos económicos reales para validar y calibrar modelos neoclásicos.
- La simulación de diferentes escenarios económicos y la observación de sus impactos en el crecimiento.
- La visualización interactiva de resultados y la interpretación de los efectos de variaciones en los parámetros del modelo.
- La generación de informes detallados sobre la viabilidad y precisión de los modelos evaluados.

### Características Principales

La herramienta tecnológica incluirá las siguientes características:

- **Interfaz de Usuario Intuitiva:** Una interfaz gráfica amigable que permita a los usuarios cargar datos, seleccionar modelos y ajustar parámetros sin necesidad de conocimientos avanzados en programación.
- **Integración de Datos:** Capacidad para importar y procesar datos económicos provenientes de diversas fuentes, como bases de datos oficiales, encuestas económicas y datos históricos.

- **Simulación de Modelos:** Implementación de modelos de crecimiento económico neoclásico, como el modelo de Solow, permitiendo a los usuarios simular diferentes escenarios y observar cómo varían los resultados en función de los parámetros ingresados.
- **Visualización de Resultados:** Gráficas y diagramas interactivos que muestren el impacto de los parámetros en el crecimiento económico, facilitando la comprensión y el análisis de los resultados.
- **Generación de Informes:** Herramientas para generar informes detallados que resuman los hallazgos de las simulaciones y la evaluación de los modelos, ofreciendo recomendaciones basadas en los resultados obtenidos.

### Implementación Técnica

La implementación de esta herramienta se llevará a cabo utilizando tecnologías web y de programación avanzadas.

La participación de la Facultad de Ingeniería de Sistemas es fundamental para el éxito de esta implementación. Su experiencia en el desarrollo de software y sistemas informáticos será esencial para asegurar una integración técnica fluida y la optimización del rendimiento de la herramienta.

### Beneficios Esperados

- **Mejora en la Evaluación de Modelos:** Facilitará una evaluación más precisa y completa de los modelos de crecimiento económico neoclásico, al integrar datos reales y simular diferentes escenarios.
- **Accesibilidad y Usabilidad:** Proporcionará una plataforma accesible para investigadores, economistas y estudiantes, mejorando la capacidad de análisis y la comprensión de los modelos económicos.
- **Soporte para la Toma de Decisiones:** Ofrecerá herramientas y resultados que ayudarán en la toma de decisiones basadas en datos y modelos económicos, mejorando la formulación de políticas y estrategias económicas.

En el futuro, se espera expandir esta herramienta para incluir la evaluación de otros tipos de modelos económicos, tales como modelos de crecimiento endógeno, modelos de equilibrio general y modelos de econometría avanzada. Esta expansión permitirá una mayor versatilidad y aplicación de la herramienta en diversos contextos económicos y mejorará su capacidad para abordar diferentes cuestiones y desafíos en la investigación económica.

## 4.4 Herramienta Tecnológica que ayude en la creación de políticas publica.

La creación de políticas públicas requiere de un enfoque sistemático y basado en evidencia. La herramienta tecnológica propuesta busca optimizar este proceso, facilitando la toma de decisiones, mejorando la implementación y permitiendo la evaluación continua.

### Objetivos de la Herramienta

- Facilitar la toma de decisiones.
- Optimizar la formulación de políticas a través de la automatización de la identificación de problemas y evaluación de alternativas.
- Mejorar la implementación y el seguimiento de políticas, garantizando una gestión eficiente.
- Evaluación continua del impacto de las políticas y ajustes en tiempo real.

### Características Principales

- Interfaz amigable y accesible.
- Sería muy elegante manejar una base de datos integrada con estadísticas y estudios.
- Modelos predictivos para simular resultados.
- Generación automática de informes sobre el estado de las políticas.
- Monitoreo en tiempo real de la implementación.
- Módulo para retroalimentación.

### Beneficios Esperados

- Reducción del tiempo de formulación de políticas
- Mayor precisión en la toma de decisiones.
- Eficiencia en la implementación y seguimiento.
- Transparencia y rendición de cuentas.
- Participación inclusiva de la ciudadanía.

Se espera que en el futuro la herramienta se expanda para incluir análisis más profundos de programas y proyectos, así como para abordar otros enfoques relacionados con la economía pública.

## 4.5 Calculadoras

Estas calculadoras son algo que ya tengo codificado y espero robustecer

### Simulador de crédito cuota periódica uniforme

Este simulador permite a los usuarios entender mejor cómo funcionan los créditos y cómo se comportan las cuotas en diferentes escenarios.

### Calculadora de riesgo de un portafolio

Es una herramienta que podría ser parte de un laboratorio de análisis financiero, donde se evalúan los riesgos de diferentes portafolios de inversión.

### Calculadoras de teoría del consumidor

Estas calculadoras podrían ayudar a los estudiantes a entender la toma de decisiones de los consumidores, utilizando modelos de utilidad macroeconómica.