

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

Juan José Berrio Galeano

26 de agosto de 2024

Índice general

1. Contexto y Justificación	5
2. Propuestas para la Integración Interdisciplinaria y Modernización de LEPES	7
2.1. Propuestas para la Integración Interdisciplinaria de LEPES	7
2.1.1. Estrategias para la Integración Interdisciplinaria	7
2.1.2. Estrategias para la Modernización	9
3. Laboratorios Propuestos	11
3.1. Modelo de Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Pensionales	11
3.2. Acuerdo 035 de 2014	14
3.2.1. Informe sobre Avances en la Implementación de la Política Pública de Inno- vación y Emprendimiento Social	16
3.2.2. Conclusiones y Proyecciones	17
3.2.3. Ejemplo de Aplicación	19
3.3. Herramienta Tecnológica para la Evaluación de Modelos de Crecimiento Económico Neoclásico Basadas en Datos	24
3.4. Modelo de Crecimiento y Acumulación de Capital con expectativas ecosistemas	26

Capítulo 1

Contexto y Justificación

El Laboratorio de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (LEPES) de la Universidad Autónoma Latinoamericana busca impactar socialmente a través de la academia, con el objetivo de contribuir a la comprensión y solución de los problemas complejos que enfrenta la sociedad en los campos políticos y económicos. Para cumplir con esta misión, el laboratorio ofrece a la comunidad servicios como sondeos de opinión, consultoría y asesoría en temas políticos, económicos y sociales, acompañamiento en la elaboración de planes de desarrollo, y evaluación del desempeño político de las administraciones públicas en todos los niveles, la realización de estudios de factibilidad, diagnóstico, elaboración e impacto de políticas públicas, así como en investigaciones centradas en áreas críticas como el crecimiento económico, la pobreza, la calidad de vida, la productividad, la competitividad, la sostenibilidad, los procesos espaciales, y las dinámicas sociales y poblacionales. También propone la participación en la evaluación y formulación de proyectos, así como en la gestión de un banco de proyectos y manejo de regalías, siempre con la mira puesta en ofrecer soluciones prácticas y efectivas que respondan a las necesidades reales de la sociedad.

No cabe duda de que LEPES tiene un enorme potencial para convertirse en un referente en la investigación aplicada. No obstante, LEPES enfrenta ciertas limitaciones actuales relacionadas con la gestión, aplicabilidad y el impacto de sus estudios e investigaciones. La estructura organizacional a la que está sujeto puede presentar deficiencias en flexibilidad y eficiencia. La comunicación y colaboración entre las diversas áreas de estudio dentro del laboratorio pueden ser insuficientes o inexistentes, dificultando la integración de resultados de diferentes disciplinas y la capacidad para abordar proyectos interdisciplinarios de gran envergadura y alcanzar una visión unificada en sus investigaciones.

Aunque LEPES mantiene un sólido enfoque académico, algunas de sus investigaciones pueden no estar adecuadamente orientadas hacia la aplicación práctica. Los resultados obtenidos podrían no ser directamente utilizables por actores gubernamentales, organizaciones y empresas privadas, lo que reduce su impacto en la resolución de problemas reales y la implementación de soluciones efectivas. La falta de un puente efectivo entre la investigación y la toma de decisiones puede ser la principal causa de la brecha significativa entre el conocimiento generado y la aplicación concreta.

LEPES enfrenta también una carencia de sistemas robustos para evaluar el impacto real de sus estudios e investigaciones en la sociedad. Sin un marco claro de acción ni herramientas de seguimiento, resulta difícil medir en qué medida los proyectos del laboratorio contribuyen efectivamente a mejorar la calidad de vida y el desarrollo económico. Esta falta de medición precisa limita la capacidad para demostrar y ajustar el impacto de sus actividades.

Por último, los proyectos de LEPES podrían tener dificultades para expandir sus beneficios más allá de la comunidad inmediata. La falta de estrategias para escalar y replicar los estudios y proyectos

en diferentes contextos geográficos y socioeconómicos puede restringir el alcance de su impacto, impidiendo que los resultados positivos alcancen su máximo potencial en diversas regiones y comunidades.

Por estos hechos, en un entorno cada vez más complejo, es crucial modernizar y fortalecer el laboratorio mediante la implementación de una serie de mejoras estratégicas. Estas mejoras se centrarán inicialmente en la integración interdisciplinaria, abordada desde dos perspectivas:

La integración interna buscará fomentar la participación activa de los profesores y estudiantes de la Facultad de Economía, promoviendo la colaboración entre diferentes áreas de conocimiento y aprovechando los saberes y experiencias de cada uno para enriquecer los proyectos y estudios del laboratorio. Este enfoque permitirá un intercambio más efectivo de ideas y metodologías, y potenciará la calidad y relevancia de las investigaciones realizadas.

En segundo lugar, la integración externa implicará vincular a LEPES con otras carreras de la universidad, como administración, contaduría, ingeniería industrial y educación. De manera especial, se dará prioridad a la colaboración con la Facultad de Ingeniería de Sistemas, que jugará un papel fundamental en el desarrollo de herramientas tecnológicas y en la creación de soluciones innovadoras para el laboratorio. Esta colaboración externa enriquecerá los proyectos con diversas perspectivas y habilidades, facilitando la creación de herramientas avanzadas y mejorando la capacidad del laboratorio.

Además de la integración interdisciplinaria, se centrará en el desarrollo de modelos cuantitativos avanzados para mejorar la precisión y relevancia de los estudios. La aplicación de nuevas tecnologías, como big data e inteligencia artificial, permitirá optimizar la recolección y análisis de datos. La colaboración y vinculación con actores externos, como gobiernos locales, ONGs y empresas privadas, facilitará la realización de proyectos de consultoría y asesoría con impacto real en la comunidad. La producción y divulgación de estudios se enfocará en generar conocimiento relevante y accesible para los tomadores de decisiones. Finalmente, se implementará un sistema de evaluación continua para medir el impacto de las investigaciones y ajustar las estrategias según sea necesario.

Con estas acciones, se espera que LEPES no solo se posicione como un actor clave en la evaluación académica de diversas acciones, sino que también se convierta en un recurso indispensable para la comunidad en general, proporcionando análisis rigurosos y soluciones que puedan ser aplicadas de manera efectiva en la realidad política, económica y social.

Capítulo 2

Propuestas para la Integración Interdisciplinaria y Modernización de LEPES

2.1. Propuestas para la Integración Interdisciplinaria de LEPES

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, como sondeos de opinión, consultoría, asesoría, acompañamiento en planes de desarrollo, evaluación de desempeño político, estudios de políticas públicas, investigación, evaluación de proyectos y manejo de regalías.

2.1.1. Estrategias para la Integración Interdisciplinaria

Integración Interna

Considerando el plan de estudios de 8 semestres del programa de Economía, LEPES se centrará en maximizar la colaboración y el aprovechamiento de los conocimientos de los profesores y estudiantes de la Facultad de Economía. Para lograrlo, se implementará 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.

1. Creación de Comités Interdisciplinarios

- **Comité de Matemática Aplicada y Econometría:** Formado por profesores y estudiantes especializados en cálculo, álgebra lineal, métodos matemáticos para economistas, econometría y más. Este comité se encargará de desarrollar modelos matemáticos avanzados para analizar datos y evaluar estudios.
- **Comité de Desarrollo Económico, Crecimiento Económico y Políticas Públicas:** Integrado por expertos 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 de proyectos económicos.
- **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, y generar informes sobre el estado financiero y las recomendaciones para mejorar la gestión financiera.

- **Comité de Ciencia de Datos y Estadística:** Compuesto por miembros con formación en ciencia de datos, estadística y análisis financiero. Este comité se dedicará a la recolección, sistematización y análisis de grandes volúmenes de datos para apoyar los estudios y la toma de decisiones en el laboratorio.

2. Desarrollo de Proyectos Aplicados

- **Fiabilidad de Servicios:** Los comités interdisciplinarios brindarán sus capacidades para asegurar que los estudios sean precisos y eficaces, y que los datos recolectados proporcionen una visión clara y útil para la toma de decisiones. Además, se buscará mejorar continuamente la metodología de análisis para que los resultados sean más representativos y aplicables a diferentes contextos.
- **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 para el desarrollo de software especializado y plataformas digitales que permitan un análisis más profundo y accesible de los datos. Los comités también explorarán el uso de técnicas de machine learning e inteligencia artificial para mejorar la capacidad predictiva de los modelos y la eficiencia en el procesamiento de grandes volúmenes de información.

3. Implementación de Talleres y Seminarios Interdisciplinarios

- **Talleres Interdisciplinarios:** Se organizarán 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.

Integración Externa

1. Colaboración con Otras Facultades

- **Facultad de Ingeniería de Sistemas:** Se establecerán acuerdos de colaboración con esta facultad para el desarrollo de herramientas tecnológicas y sistemas de análisis avanzados. Se fomentará el trabajo conjunto en proyectos que requieran habilidades en desarrollo de software y sistemas digitales.
- **Otras Facultades:** Se promoverá la colaboración con facultades de administración, contaduría, ingeniería industrial y educación para incorporar diversas perspectivas en la investigación y enriquecer los proyectos interdisciplinarios.

2. Participación de Actores Externos

- **Gobiernos Locales y ONGs:** Se establecerán alianzas con entidades gubernamentales y organizaciones no gubernamentales para desarrollar proyectos conjuntos y aplicar los estudios del laboratorio en contextos reales.

- **Empresas Privadas:** Se buscará la participación de empresas para colaborar en proyectos de consultoría y asesoría, y para obtener retroalimentación sobre la aplicabilidad de los estudios realizados por LEPES.

3. 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.
- **Estrategias de Expansión:** Se establecerán estrategias para expandir los beneficios de los proyectos más allá de la comunidad inmediata, facilitando la adaptación de los estudios a diferentes contextos y comunidades.

Propuesta para la Modernización de LEPE

Modernizar LEPES para convertirlo en un laboratorio de investigación y consultoría de vanguardia, integrando nuevas tecnologías y enfoques interdisciplinarios para mejorar la calidad y aplicabilidad de sus estudios y servicios.

2.1.2. Estrategias para la Modernización

1. Integración de Tecnología Avanzada

- **Big Data y Machine Learning:** Se implementarán tecnologías avanzadas para el análisis de grandes volúmenes de datos y la creación de modelos predictivos que mejoren la precisión y relevancia de los estudios.
- **Desarrollo de Herramientas Digitales:** Se desarrollarán plataformas digitales y software especializado para facilitar la recolección, sistematización y análisis de datos, así como la presentación de resultados.

2. Capacitación y Desarrollo de Talento

- **Capacitación Continua:** Se ofrecerán programas de capacitación para el personal del laboratorio en nuevas tecnologías, métodos de investigación avanzados y habilidades blandas como comunicación y gestión de proyectos.
- **Fomento de Habilidades Blandas:** Se promoverá el desarrollo de habilidades blandas entre el personal y los estudiantes, como la gestión de proyectos, el trabajo en equipo y la comunicación efectiva.

3. Producción y Divulgación de Estudios

- **Generación de Conocimiento Relevante:** Se enfocará en la producción de estudios que generen conocimiento relevante y aplicable para la toma de decisiones en los ámbitos político, económico y social.
- **Accesibilidad de Resultados:** Se implementarán estrategias para divulgar los resultados de manera accesible y comprensible para los tomadores de decisiones y la comunidad en general.

4. Evaluación y Seguimiento

- **Sistema de Evaluación Continua:** Se establecerá un sistema de evaluación continua para medir el impacto de las investigaciones y ajustar las estrategias según sea necesario.
- **Indicadores de Éxito:** Se definirán indicadores específicos para evaluar el éxito de los proyectos, incluyendo aspectos como la calidad de los estudios, el impacto en la comunidad y la eficiencia en la implementación.

Capítulo 3

Laboratorios Propuestos

3.1. Modelo de Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Pensionales

El Laboratorio de Estudios Políticos, Económicos y Sociales (LEPES) busca mejorar la capacidad de análisis y evaluación de sistemas financieros y económicos mediante la incorporación de modelos dinámicos avanzados. En este contexto, se propone integrar un modelo dinámico para evaluar la sostenibilidad de los sistemas pensionales. Este modelo tiene el objetivo de 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 objetivo es evaluar si, bajo ciertas condiciones, un sistema pensional podría asemejarse a un esquema Ponzi.

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

$$\frac{dF(t)}{dt} = C(t) \cdot A(t) + R(t) \cdot F(t) - P(t) \cdot B(t) - G(t) \quad (3.1)$$

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

$$\frac{dP(t)}{dt} = \lambda \cdot C(t - \tau) - \mu \cdot P(t) \quad (3.2)$$

Aquí, λ es la tasa de transición de cotizantes a pensionados, y τ es el tiempo que tarda un cotizante en jubilarse. μ es la tasa de mortalidad de los pensionados.

Número de Cotizantes

$$\frac{dC(t)}{dt} = \nu(t) - \lambda \cdot C(t) - \delta \cdot C(t) \quad (3.3)$$

$\nu(t)$ es la tasa de entrada de nuevos cotizantes, y δ 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:

$$S(t) = \frac{C(t) \cdot A(t) + R(t) \cdot F(t)}{P(t) \cdot B(t) + G(t)} \quad (3.4)$$

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 μ (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 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.

Un sistema pensional podría asemejarse a un esquema Ponzi bajo ciertas condiciones, principalmente cuando la sostenibilidad financiera del sistema está en riesgo y depende excesivamente de la entrada de nuevos cotizantes para pagar los beneficios de los pensionados actuales. A continuación, se explica cómo y por qué un modelo dinámico que integre factores clave como la demografía, la sostenibilidad financiera, la gestión de los fondos y las reformas necesarias puede ayudar a entender esta situación.

Características de un Esquema Ponzi

Un esquema Ponzi es una estructura fraudulenta que depende de la entrada continua de nuevos inversores para pagar los retornos prometidos a los inversores anteriores. Las principales características de un esquema Ponzi son:

- **Financiación de los retornos con nuevas entradas:** Los pagos a los primeros inversores se realizan utilizando el dinero aportado por nuevos participantes, en lugar de provenir de ganancias legítimas.
- **Insostenibilidad a largo plazo:** Eventualmente, el esquema colapsa cuando no se pueden atraer suficientes nuevos participantes para continuar pagando a los inversores anteriores.
- **Promesas de retornos altos sin riesgo:** Se ofrece a los participantes la expectativa de retornos elevados sin riesgo aparente, lo que atrae a más inversores.

Comparación con un Sistema Pensional

Los sistemas de pensiones, en especial los de reparto (donde los cotizantes actuales financian las pensiones de los jubilados), presentan algunas similitudes superficiales con un esquema Ponzi:

- **Financiación intergeneracional:** Las contribuciones de los trabajadores actuales se utilizan para pagar las pensiones de los jubilados, creando una dependencia entre generaciones.
- **Riesgos de insostenibilidad:** Sin reformas adecuadas, cambios demográficos desfavorables (menos nacimientos, mayor longevidad) podrían hacer que el sistema sea insostenible.
- **Promesas y expectativas:** Si se prometen beneficios sin un respaldo financiero adecuado, el sistema podría enfrentar serios desafíos a largo plazo.

Sin embargo, hay diferencias fundamentales:

- **Transparencia y regulación:** A diferencia de un esquema Ponzi, los sistemas de pensiones están regulados y son transparentes, con la posibilidad de ser reformados para asegurar su sostenibilidad.
- **Obligatoriedad y respaldo estatal:** Los sistemas de pensiones son obligatorios y, en muchos casos, están respaldados por políticas fiscales y otros ingresos del Estado.
- **Redistribución intergeneracional:** El sistema busca una redistribución equitativa entre generaciones, con la expectativa de que futuras generaciones mantendrán el sistema.

Condiciones Bajo las Cuales un Sistema Pensional Podría Asemejarse a un Esquema Ponzi

Para que un sistema pensional pueda parecerse a un esquema Ponzi, deberían cumplirse ciertas condiciones:

- **Demografía Desfavorable:** Si hay un número creciente de jubilados en relación con los cotizantes, debido a una baja tasa de natalidad y una mayor esperanza de vida, el sistema puede volverse insostenible sin reformas.
- **Mala Gestión o Corrupción:** Una gestión ineficiente o corrupta de los fondos de pensiones, que incluya malas inversiones o desvío de fondos, podría agotar los recursos y poner en peligro la capacidad del sistema para pagar las pensiones prometidas.

- **Promesas Insostenibles:** Si el sistema promete beneficios elevados que no pueden ser respaldados por los aportes y las inversiones actuales, la estructura puede volverse insostenible y dependiente de la entrada continua de nuevos cotizantes.
- **Dependencia de Nuevos Contribuyentes:** Si el sistema depende excesivamente de la entrada de nuevos cotizantes, sin fuentes de ingresos diversificadas o reservas acumuladas, podría comportarse de manera similar a un esquema Ponzi en términos de su eventual colapso.

Integración en un Modelo Dinámico

El "Modelo de Evaluación de la Sostenibilidad de Sistemas Pensionales" que se ha propuesto es una herramienta para analizar cómo estos factores interactúan y pueden influir en la sostenibilidad del sistema:

- **Demografía:** El modelo considera la evolución del número de cotizantes y pensionados, permitiendo simular cómo un cambio en las tasas de natalidad y mortalidad afecta la sostenibilidad del sistema.
- **Sostenibilidad Financiera:** La relación entre los ingresos (aportes de cotizantes, rendimientos de inversiones) y los egresos (pagos a pensionados, gastos administrativos) es clave para evaluar si el sistema puede mantenerse a largo plazo sin comportarse como un esquema Ponzi.
- **Gestión de Fondos:** El modelo también incorpora la gestión de los fondos, incluyendo rendimientos y gastos administrativos, para evaluar cómo una mala gestión puede llevar a la insostenibilidad.
- **Reformas Necesarias:** Finalmente, el modelo permite simular el impacto de diferentes reformas (ajustes en aportes, beneficios, políticas de inversión) en la sostenibilidad del sistema, mostrando cómo se podría evitar un colapso similar al de un esquema Ponzi.

3.2. Acuerdo 035 de 2014

Por el cual se adopta la política pública de innovación y emprendimiento social en el municipio de Medellín.

ARTÍCULO 1. Objeto

El objetivo del Acuerdo 035 de 2014 es adoptar una Política Pública de Innovación y Emprendimiento Social en el municipio de Medellín. Esta política busca fomentar la innovación y el emprendimiento social como estrategias para el desarrollo social y económico de la ciudad.

ARTÍCULO 2. Ámbito de Aplicación

La política se aplicará a todas las dependencias y entidades descentralizadas del Municipio de Medellín. También se extiende a las organizaciones y sectores sociales, académicos, empresariales y ciudadanos interesados en promover la innovación y el emprendimiento social.

ARTÍCULO 3. Definiciones

Este artículo establece las principios clave relacionadas con la innovación y el emprendimiento social, incluyendo conceptos como *innovación social*, *emprendimiento social*, y *política pública de innovación y emprendimiento social*. Estas definiciones proporcionan un marco conceptual para la implementación de la política.

ARTÍCULO 4. Lineamientos

El artículo 4 define los lineamientos que guiarán la implementación de la política:

- **Lineamiento 1:** Promover el trabajo colaborativo entre ciudadanos, comunidades, sectores empresariales, sociales, públicos y académicos.
- **Lineamiento 2:** Incorporar la innovación y el emprendimiento social como un enfoque de gestión pública.
- **Lineamiento 3:** Fortalecer la gestión del conocimiento en torno a la innovación y el emprendimiento social.
- **Lineamiento 4:** Articulación con otras políticas públicas municipales y disposiciones e iniciativas oficiales similares y complementarias.

ARTÍCULO 5. Actores

Este artículo describe a los actores involucrados en la implementación de la política. Incluye al sector social, empresarial, académico e investigativo, y al sector público. También menciona la creación de la Red de Innovación y Emprendimiento Social Municipal, que articulará a todos los actores.

ARTÍCULO 6. La Red de Innovación y Emprendimiento Social

Se establece la creación de la Red de Innovación y Emprendimiento Social, conformada por representantes de los sectores mencionados en el artículo anterior. Las funciones de la red incluyen la supervisión de la política, la socialización de proyectos, la promoción de la innovación, y la generación de informes anuales sobre las actividades realizadas.

ARTÍCULO 7. Reunión de Evaluación

La Secretaría de Desarrollo Económico y la Secretaría de Inclusión Social deberán presentar un informe al Concejo de Medellín cuando este lo solicite, para evaluar la implementación y el avance de la política.

ARTÍCULO 8. Financiación

El Municipio de Medellín destinará los recursos necesarios para la financiación de la Política Pública de Innovación y Emprendimiento Social.

ARTÍCULO 9. Reglamentación

El Alcalde reglamentará este Acuerdo dentro de los seis meses siguientes a su publicación, conforme a las disposiciones legales y normativas aplicables.

ARTÍCULO 10. Vigencia

El presente Acuerdo entra en vigencia a partir de su publicación en la Gaceta Oficial del Municipio.

3.2.1. Informe sobre Avances en la Implementación de la Política Pública de Innovación y Emprendimiento Social

EL documento elaborado por el Observatorio de Políticas Públicas del Concejo de Medellín junto con la Universidad de Medellín, tuvo como objetivo revisar y analizar el estado de la Política Pública de Innovación y Emprendimiento Social en la ciudad de Medellín para el año 2018.

Hallazgos Principales

Información Insuficiente sobre Innovación Social

El principal hallazgo es la falta de información consolidada sobre innovación social en la ciudad. Aunque algunas entidades mencionan la innovación en sus discursos, no existen procesos consolidados y reconocidos. Los pocos que existen carecen de divulgación y visibilidad.

Falta de Apoyo a Innovación Social

No se observa un avance significativo en la innovación social, especialmente en proyectos que no están orientados al lucro. Estos proyectos no cuentan con el apoyo necesario para desarrollar sus ideas.

Énfasis en Innovación Privada

La innovación en Medellín se está desarrollando principalmente en empresas privadas y en ámbitos relacionados con la ciencia y la tecnología. Sin embargo, estas iniciativas solo se desarrollan si tienen el potencial de escalar hacia un emprendimiento social.

Ambigüedad en Definiciones

Existe una ambigüedad en la política pública respecto a lo que se considera una organización social frente a lo que es una empresa o fundación empresarial. Esto genera confusión y dificulta la implementación de la política.

Voluntariedad y Responsabilidad Social Empresarial

El principio de voluntariedad en la política pública subraya la necesidad de trabajar más intensamente en los beneficios de vincularse a esta. El enfoque actual está orientado hacia la responsabilidad social empresarial, lo cual limita la posibilidad de adelantar investigaciones sobre innovación social.

Foco en Emprendimientos Lucrativos

La mayoría de los programas de acompañamiento en Medellín están orientados a emprendimientos que generan ingresos. Esto refuerza la idea de mercados y clientes, y mide el impacto de las empresas por su capacidad de generar recursos, dejando de lado la innovación social.

Ausencia de Registro de Iniciativas Innovadoras

No existe una base de datos o un registro de iniciativas innovadoras en lo social en la ciudad. Esto dificulta la identificación de organizaciones sociales vinculadas a la política pública.

Acceso Limitado para Innovadores Sociales

No hay una ruta de acceso clara para innovadores o emprendedores sociales. Las personas que participan en actividades de Ruta N lo hacen por referencia, lo que limita el alcance y la planificación estratégica de estas iniciativas.

Vacío en Información Pública sobre Innovación Social

La ciudad carece de un sistema de información accesible y disponible sobre innovación y emprendimiento social. Esto contrasta con los principios de la política pública y afecta la percepción de Medellín como un Hub de Innovación.

Desigualdad en el Apoyo a Innovación Social

Aunque se observan esfuerzos por promover la equidad, estos son insuficientes o de bajo impacto territorial. Las acciones, como el Día del Emprendimiento Femenino, son un ejemplo de iniciativas que requieren mayor impulso y visibilidad.

Desconexión entre Innovación y Emprendimiento Social

Existe una brecha entre la innovación y el emprendimiento social. Mientras que el emprendimiento es visto como una forma de escalar la innovación, no se observa un fuerte reconocimiento de los procesos innovadores como tal.

Desperdicio de Infraestructura en Ruta N

Ruta N cuenta con una infraestructura amplia, pero los resultados destacados están más orientados al financiamiento de emprendimientos lucrativos, lo que limita su rol en la promoción de la innovación social.

Innovación en el Sector Educativo

El sector educativo es el que más impulsa la innovación social, pero esta es vista más como una estrategia para docentes que como una oportunidad para la infancia y adolescencia.

Dependencia de Recursos de Cooperación

El 90 % de los recursos para el emprendimiento social provienen de la cooperación internacional, lo que evidencia una distancia entre el apoyo a la innovación social y el apoyo a emprendimientos lucrativos.

3.2.2. Conclusiones y Proyecciones

Relación entre Innovación y Emprendimiento Social

Se observa una estrecha relación entre innovación y emprendimiento social en la comprensión de la ciudad, lo que puede generar brechas entre lo proyectado políticamente y lo alcanzado en términos de resultados.

Éxito Financiero sobre Impacto Social

El éxito del emprendimiento parece tener más valor que la implementación de ideas que solucionan problemas sociales. Esta visión puede limitar el apoyo a proyectos que, aunque no generen ganancias económicas, aportan beneficios sociales significativos.

Desarticulación Institucional

Existe una desarticulación entre las universidades y la institucionalidad, lo que desestimula el trabajo colaborativo en innovación social. Los procesos de innovación son vistos más como estrategias de financiamiento que como proyectos sociales.

Necesidad de Liderazgo Municipal

El Municipio de Medellín debe retomar el liderazgo en el impulso de la innovación social. La percepción es que no se ha avanzado en la interlocución y que Ruta N, aunque reconocida, no logra un enfoque coherente en innovación social.

Modelado del Capital y su Influencia en la Política Pública

En el contexto de la política pública de innovación y emprendimiento social en Medellín, el objetivo es promover el crecimiento económico mediante el apoyo a startups y empresas innovadoras. LEPES propone el enfoque del debate de las dos Cambridge dado que proporciona una base teórica para entender cómo el capital se mide y se utiliza en estos sectores, y cómo esto puede influir en el diseño de políticas efectivas.

Enfoques de Medición del Capital

Enfoque Neoclásico (MIT)

Definición del Capital: El capital se considera como una medida financiera de valor económico. En este enfoque, el capital es visto como un factor de producción móvil y ajustable en función de las condiciones del mercado.

Aplicación en Política Pública: Modelar el impacto de la inversión en startups en términos de producción y empleo, y ajustar las políticas para maximizar estos efectos.

Enfoque Poskeynesiano (Cambridge UK)

Definición del Capital: El capital se considera como un conjunto de bienes heterogéneos que no se puede agregar fácilmente. La tasa de ganancia y los precios de los bienes de capital juegan un papel crucial en la determinación del valor del capital.

Aplicación en Política Pública: Evaluar cómo las políticas afectan los precios de los bienes de capital y cómo esto influye en la inversión en startups. Ajustar las políticas para abordar la heterogeneidad y la distribución del capital.

Sistema de Medición y Agregación

Para aplicar estos enfoques en el contexto de la política pública, es necesario:

- **Sistematizar:** Crear un sistema que permita medir y agregar el capital de manera que refleje tanto la perspectiva neoclásica como la poskeynesiana. Esto puede incluir la recopilación de datos sobre inversiones, precios de bienes de capital y tasas de ganancia.
- **Digitalizar:** Desarrollar herramientas tecnológicas que permitan el análisis en tiempo real y la simulación de políticas. Estas herramientas pueden integrar modelos económicos y permitir a los responsables de políticas evaluar el impacto de diferentes estrategias.

3.2.3. Ejemplo de Aplicación

Supongamos que queremos evaluar el impacto de un subsidio a la inversión en startups en Medellín.

- **Desde el Enfoque Neoclásico:** Utilizaríamos la función de producción para modelar cómo el subsidio aumenta la inversión en capital, y cómo esto se traduce en mayores niveles de producción y empleo.
- **Desde el Enfoque Poskeynesiano:** Analizaríamos cómo el subsidio afecta los precios de los bienes de capital y la tasa de ganancia en diferentes sectores, ajustando las políticas para asegurar una distribución equitativa del capital.

También se pueden usar modelos dinámicos para evaluar la estabilidad de la tasa de ganancia a lo largo del tiempo y cómo los precios relativos entre los bienes de capital y los bienes de consumo afectan la acumulación de capital en diferentes sectores económicos.

visión

la política pública de innovación y emprendimiento social en Medellín podría beneficiarse al adoptar un enfoque que combine aspectos de ambos modelos:

- **Enfoque Actual de la Política Pública:** La política pública de Medellín puede estar adoptando un enfoque más neoclásico, centrado en la inversión en capital y el crecimiento económico. Sin embargo, es importante reconocer que la función de producción neoclásica puede no capturar la complejidad de la estructura de capital ni las diferencias sectoriales en la tasa de ganancia.
- **Enfoque Recomendado:** Incorporar elementos del enfoque poskeynesiano para abordar la heterogeneidad del capital y la influencia de la tasa de ganancia y los precios de los bienes de capital. Al usar un enfoque poskeynesiano, se puede analizar cómo las variaciones en los precios de los bienes de capital, impulsadas por subsidios, afectan la acumulación de capital en diferentes sectores. Este enfoque también permite ajustar las políticas para asegurar una distribución más equitativa del capital, maximizando no solo el crecimiento económico, sino también el bienestar social.

Propuestas

- **Articulación Conceptual:** Promover un escenario de articulación que permita clarificar conceptos y enfoques sobre la innovación social.
- **Creación de Indicadores:** Construir una línea base e indicadores que permitan evaluar el impacto y la progresión de los procesos innovadores.
- **Sistematización de Procesos:** Realizar una sistematización de los procesos de innovación social en la ciudad para mejorar la gestión pública y la articulación interinstitucional.
- **Fortalecimiento de la Articulación con Universidades:** Reforzar la colaboración con universidades, reconociendo su rol fundamental en la cadena de innovación social.

- **Movilización de Recursos:** Fortalecer la movilización de recursos y el respaldo a la innovación social para que las organizaciones innovadoras no se sientan desmotivadas por la falta de acompañamiento.
- **Promover un escenario de articulación:** Es crucial establecer un entorno donde entidades, procesos y personas comprometidas con la innovación social puedan intercambiar ideas y clarificar conceptos. Este esfuerzo contribuirá a la creación de un marco conceptual común y una mayor cohesión entre los actores involucrados.
- **Construir una línea de base:** Se debe desarrollar una base de datos robusta que permita revisar la situación actual de la innovación social en la ciudad. Esta línea de base facilitará la creación de indicadores precisos para medir el impacto y progreso de los procesos innovadores.
- **Desarrollar indicadores de impacto y resultado:** Es necesario diseñar indicadores que evalúen no solo el éxito financiero de los emprendimientos, sino también el impacto social y comunitario. Esto ayudará a demostrar que los proyectos sociales pueden generar resultados valiosos más allá de las ganancias económicas.
- **Sistematizar los procesos en la ciudad:** La falta de información y conocimiento sobre quién está haciendo qué en innovación social dificulta la gestión pública. Se recomienda realizar una sistematización de los procesos para mejorar la gestión y coordinación interinstitucional.
- **Establecer líneas de acompañamiento:** Se deben crear mecanismos de apoyo que configuren liderazgos colaborativos y ordenen la institucionalidad en torno a la innovación social. Esto garantizará un respaldo más efectivo a los procesos innovadores.
- **Fortalecer la colaboración con universidades:** Las universidades juegan un papel clave en la cadena de innovación. Se deben fortalecer los vínculos con estas instituciones para mejorar la asesoría, orientación y apoyo a la innovación y emprendimiento social.
- **Movilizar recursos y conceptos:** Es fundamental aumentar la visibilidad y el respaldo a la innovación social. Se deben movilizar tanto los recursos económicos como los conceptos para apoyar adecuadamente a las personas y organizaciones innovadoras.

Aspectos en Desarrollo

- **Clarificación de conceptos:** Existe una falta de claridad en la diferenciación entre innovación social y emprendimiento social. Es necesario trabajar en la definición y comprensión de estos términos para evitar confusiones y brechas en la implementación de políticas.
- **Ajuste en el enfoque de financiamiento:** El enfoque actual tiende a favorecer los procesos de base tecnológica con vocación empresarial. Se requiere una revisión para asegurar que también se apoyen adecuadamente los procesos de innovación social que no necesariamente tienen un enfoque empresarial.
- **Desarrollo de políticas integradas:** Se debe trabajar en la integración de las políticas públicas de innovación social y emprendimiento, asegurando que ambas áreas se complementen y fortalezcan mutuamente.
- **Establecimiento de una estrategia de comunicación:** Se necesita una estrategia clara para la difusión de información sobre innovación social y emprendimiento. Esto incluirá la creación de canales de comunicación efectivos para mantener a los actores informados y comprometidos.

Variables e Indicadores para el Seguimiento de la Política Pública

Enfoque Poskeynesiano: Variables Relevantes

Tasa de Ganancia (π): La tasa de ganancia representa la rentabilidad del capital en diferentes sectores económicos y es una variable clave en el enfoque poskeynesiano para medir cómo las políticas públicas, como los subsidios, afectan la distribución de capital entre sectores.

$$\pi = \frac{r}{P_k} - w$$

donde r es la rentabilidad del capital, P_k es el precio de los bienes de capital, y w es el salario. El precio de los bienes de capital es crucial para evaluar cómo las variaciones inducidas por subsidios afectan la acumulación de capital en diferentes sectores. Un cambio en P_k puede alterar la tasa de ganancia π y, por tanto, la distribución del capital.

Distribución del Capital (K_s): La variable K_s representa la acumulación de capital en un sector específico s . Este indicador permite analizar cómo se distribuye el capital en la economía bajo el efecto de los subsidios.

La fórmula para K_s es:

$$K_s = K_s(t_0) + \int_{t_0}^t (I_s - \delta_s K_s) dt$$

donde I_s es la inversión en el sector s , δ_s es la tasa de depreciación, y t_0 es el tiempo inicial.

Componentes de la Fórmula:

- $K_s(t_0)$: Es el capital acumulado en el sector s en el tiempo inicial t_0 . Representa el punto de partida para la acumulación de capital en el sector.
- $\int_{t_0}^t (I_s - \delta_s K_s) dt$: Es la integral que representa el cambio en el capital acumulado a lo largo del tiempo.
 - I_s : Es la inversión en el sector s . La inversión incrementa el capital en el sector y refleja las nuevas adiciones al capital.
 - δ_s : Es la tasa de depreciación del capital en el sector s . La depreciación reduce el capital acumulado debido al desgaste y obsolescencia.
 - $I_s - \delta_s K_s$: La diferencia entre la inversión y la depreciación representa el cambio neto en el capital del sector. Un valor positivo indica una acumulación neta de capital, mientras que un valor negativo indica una pérdida neta.

Interpretación de la Fórmula: La integral $\int_{t_0}^t (I_s - \delta_s K_s) dt$ calcula el cambio acumulado en el capital del sector desde el tiempo inicial t_0 hasta el tiempo t . Este cambio es el resultado neto de la inversión y la depreciación durante ese período. El término $K_s(t_0)$ es el capital inicial que se ajusta con el cambio neto calculado por la integral para obtener el capital acumulado en el tiempo t .

Uso en Análisis Poskeynesiano:

- **Evaluación de Subsidios:** Los subsidios pueden afectar la inversión I_s y, por ende, la acumulación de capital. Un subsidio puede aumentar I_s , lo que a su vez incrementará K_s . Analizar K_s permite evaluar cómo los subsidios impactan la acumulación de capital en distintos sectores.

- **Distribución del Capital:** La fórmula ayuda a entender cómo el capital se redistribuye en la economía en respuesta a cambios en la política. Permite analizar si el capital se está acumulando de manera equitativa o si se está concentrando en ciertos sectores.
- **Impacto Económico y Social:** La acumulación de capital influye en la producción y el empleo sectorial. Evaluar K_s proporciona información sobre cómo los cambios en la política afectan no solo la estructura del capital sino también los resultados económicos y sociales en cada sector.

Producción Sectorial (Y_s): La producción en un sector s , Y_s , puede ser modelada mediante una función de producción que considere el capital y el trabajo, por ejemplo, una función Cobb-Douglas modificada para capturar la heterogeneidad sectorial.

$$Y_s = A_s K_s^{\alpha_s} L_s^{\beta_s}$$

donde A_s es un factor de productividad sectorial, K_s es el capital, L_s es el trabajo, y α_s, β_s son las elasticidades.

Empleo Sectorial (L_s): El nivel de empleo en cada sector es crucial para evaluar el impacto social de la política. La variable L_s permitirá analizar cómo la redistribución del capital y los cambios en la producción afectan el empleo.

Indicador de Bienestar Social (W): Este indicador de bienestar social agregará variables como el empleo, la distribución del capital y el acceso a bienes y servicios, proporcionando una medida global del impacto social.

$$W = \sum_s \omega_s (U(Y_s, L_s))$$

donde ω_s es un peso asignado a cada sector y $U(Y_s, L_s)$ es una función de utilidad que refleja el bienestar social en ese sector.

Indicadores Asociados para el Seguimiento y Evaluación

Variación de la Tasa de Ganancia ($\Delta\pi$)

La variación de la tasa de ganancia mide cómo cambia la rentabilidad del capital en diferentes sectores económicos después de implementar una política pública.

Permite observar si la política pública (como subsidios o incentivos) ha mejorado o deteriorado la rentabilidad en diferentes sectores facilitando la evaluación y ajuste de políticas para asegurar que fomenten la rentabilidad y la eficiencia económica.

Para calcular la variación de la tasa de ganancia, primero se debe determinar la tasa de ganancia inicial y final, y luego calcular la diferencia:

$$\Delta\pi = \pi_{\text{final}} - \pi_{\text{inicial}}$$

donde π_{final} es la tasa de ganancia después de la implementación de la política, y π_{inicial} es la tasa de ganancia antes de la política.

Elasticidad de la Inversión con respecto al Subsidio (ε_I^S)

La elasticidad de la inversión con respecto al subsidio mide cómo cambia la inversión en un sector en respuesta a cambios en el subsidio proporcionado.

Evalúa la efectividad de los subsidios para estimular la inversión en sectores específicos. Ayuda a ajustar el nivel de subsidios para maximizar el impacto en la inversión.

$$\varepsilon_I^S = \frac{\partial I_s}{\partial S} \cdot \frac{S}{I_s}$$

donde $\frac{\partial I_s}{\partial S}$ es la derivada parcial de la inversión I_s con respecto al subsidio S , y $\frac{S}{I_s}$ es el cociente entre el subsidio y la inversión en el sector.

Tasa de Crecimiento del Capital Sectorial (g_{K_s})

La tasa de crecimiento del capital sectorial mide la velocidad a la cual el capital se acumula en un sector a lo largo del tiempo.

Ayuda a entender cómo la acumulación de capital en diferentes sectores evoluciona con el tiempo. Permitiendo evaluar cómo las políticas afectan la acumulación de capital.

$$g_{K_s} = \frac{\dot{K}_s}{K_s}$$

donde \dot{K}_s es la tasa de cambio del capital en el sector s , y K_s es el capital acumulado en el sector. Esta fórmula calcula la tasa de crecimiento como la razón entre el cambio en el capital y el capital total.

Tasa de Empleo Sectorial (e_s)

La tasa de empleo sectorial es la proporción del empleo en un sector específico en relación con el total de la fuerza laboral.

Permite analizar cómo las políticas afectan el empleo en diferentes sectores mejorando, la evaluación de cómo la distribución del capital influye en el empleo.

$$e_s = \frac{L_s}{L}$$

donde L_s es el número de empleados en el sector s , y L es el número total de empleados en la economía. Esta fórmula calcula la proporción del empleo en un sector con respecto al empleo total.

Índice de Equidad en la Distribución del Capital (E_K)

El índice de equidad mide qué tan equitativamente está distribuido el capital entre los sectores. Un índice bajo indica una distribución más equitativa.

Permite evaluar si el capital se distribuye de manera justa entre los sectores o si se concentra en algunos pocos. Ayuda a identificar la necesidad de ajustar políticas para mejorar la equidad en la distribución del capital.

$$E_K = \frac{1}{n} \sum_s \left(\frac{K_s}{\sum_s K_s} \right)^2$$

donde n es el número de sectores, K_s es el capital en el sector s , y $\sum_s K_s$ es la suma total del capital en todos los sectores. Esta fórmula mide la equidad al calcular la suma de los cuadrados de las proporciones del capital en cada sector.

Índice de Bienestar Agregado (W_A)

El índice de bienestar agregado es una medida ponderada del bienestar social en cada sector, proporcionando una evaluación global del éxito de la política pública.

Permite tener una visión general del impacto social de la política en todos los sectores y agrega diversas medidas de bienestar para proporcionar una evaluación global.

$$W_A = \sum_s \omega_s W_s$$

donde ω_s es el peso asignado a cada sector y W_s es el indicador de bienestar social en el sector s . Esta fórmula calcula el bienestar agregado al sumar el bienestar ponderado de todos los sectores.

3.3. 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 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. Se prevé que la colaboración incluya:

- **Desarrollo y Optimización del Backend:** Expertos en la Facultad de Ingeniería de Sistemas apoyarán en el desarrollo y optimización del backend de la herramienta, asegurando que los procesos de procesamiento de datos sean eficientes y escalables.
- **Diseño y Desarrollo de la Interfaz:** La Facultad contribuirá al diseño y desarrollo de la interfaz de usuario, garantizando que sea intuitiva y responda a las necesidades de los usuarios finales.
- **Pruebas y Validación:** La colaboración también abarcará la realización de pruebas rigurosas y la validación de la herramienta para asegurar su funcionalidad y precisión en diferentes escenarios de uso.

La integración de estos esfuerzos con la experiencia técnica de la Facultad de Ingeniería de Sistemas permitirá desarrollar una herramienta robusta y eficiente, que facilite la evaluación y análisis de modelos de crecimiento económico neoclásico basados en datos.

Beneficios Esperados

La implementación de esta herramienta tecnológica ofrecerá múltiples beneficios:

- **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.

La integración de estos modelos adicionales no solo enriquecerá la funcionalidad de la herramienta, sino que también fortalecerá el impacto y la relevancia de los laboratorios propuestos en el campo de la economía y la investigación basada en datos.

3.4. Modelo de 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.

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.
- α, β, γ 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:

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

3.4. MODELO DE CRECIMIENTO Y ACUMULACIÓN DE CAPITAL CON EXPECTATIVAS ECOSISTE

Donde s es la tasa de ahorro, y δ_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.

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 composicion de la funcion $I(t)$ en $Y(t)$)