

Conexiones entre la Matemática y la Economía:

Análisis del plan de estudios de un programa de Economía

Edwin Sneyder Serrano Rojas

Trabajo de Grado para Optar al Título de Licenciado en Matemáticas

Directora

Sandra Evely Parada Rico

Doctora en Ciencias en la Especialidad de Matemática Educativa

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Matemáticas

Licenciatura en Matemáticas

Bucaramanga

2024

### **Agradecimientos**

Quiero expresar mis más profundos agradecimientos a todas las personas que de alguna manera participaron y me apoyaron en mi proceso de formación académica:

A mi directora de trabajo de grado, Dra. Sandra Parada, por su apoyo incondicional en el desarrollo del proyecto y por contribuir con sus conocimientos a mi crecimiento profesional y personal.

A mis evaluadores, por tomarse el tiempo de revisar mi trabajo y aportar de manera positiva con los comentarios y observaciones que realizaron.

A cada uno de los profesores que influyeron de manera positiva en mi formación académica y fueron un ejemplo de dedicación y excelencia.

A mi padre, mi madre, mis hermanas, mi abuela, y a todos los miembros de mi familia, por su apoyo incondicional en cada una de las metas que me propuse y por estar siempre a mi lado.

A Yani González, Yesika Tolosa, Julieth Camacho, Karen Jaimes, Andrés Morantes, Michael Lancheros, Juan Pablo Pinto y a todos mis amigos, por siempre creer en mí y por hacer que mi trayecto académico fuera mucho más ameno al compartir tantos momentos inolvidables.

A mis compañeros de clase, que estuvieron en este proceso de formación, por sus consejos y recomendaciones que me ayudaron a avanzar en este camino académico.

¡Muchas gracias a todos!

**Tabla de Contenido**

1. Introducción .....	11
2. Revisión Bibliográfica y Planteamiento del Problema .....	13
2.1. Educación Matemática y Educación Económica .....	14
2.2. Conexiones Matemáticas .....	15
2.3. Análisis Documental .....	17
2.4. Planteamiento del problema.....	18
3. Aspectos Teóricos y Conceptuales .....	18
3.1. Programa de Economía .....	19
3.1.1. Área de Teoría Económica .....	21
3.1.2. Área de Pensamiento e Historia Económica.....	21
3.1.3. Área de Análisis Cuantitativo.....	22
3.1.4. Componente Electivo .....	22
3.2. Conexiones.....	23
3.3. Eje curricular de la Matemática .....	28
3.3.1. Competencias Matemáticas .....	29
3.3.2. Procesos Generales de la Actividad Matemática.....	29
3.3.3. Tipos de Pensamiento Matemático.....	32
4. Aspectos Metodológicos.....	35

EDUCACIÓN MATEMÁTICA Y EDUCACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	4
4.1. Fase 1. Problematización .....	36
4.2. Fase 2. Revisión de Aspectos Teóricos y Conceptuales .....	37
4.3. Fase 3. Identificación y Consecución de Documentos .....	37
4.4. Fase 4. Reducción de Datos .....	40
4.5. Fase 5. Análisis .....	43
5. Análisis Documental .....	44
5.1. Conexiones Curriculares .....	44
5.1.1. Competencias Matemáticas .....	45
5.1.2. Indicadores de Aprendizaje .....	50
5.1.3. Pensamientos y Procesos Generales .....	57
5.1.4. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje .....	58
5.2. Conexiones Conceptuales .....	62
5.2.1. Contenidos Matemáticos .....	62
5.2.2. Recursos Bibliográficos.....	65
6. Resultados .....	82
6.1. Conexiones Curriculares .....	82
6.2. Conexiones Conceptuales .....	84
6.3. Interconexiones .....	85
7. Conclusiones .....	89

7.1. Conexiones Curriculares .....	89
7.2. Conexiones Conceptuales .....	90
7.3. Aspectos Adicionales.....	90
7.4. Perspectivas de Investigación .....	92
Referencias Bibliográficas .....	93
Apéndices.....	97

**Lista de Figuras**

<b>Figura 1.</b> Organización de las actividades académicas “Reforma” .....	20
<b>Figura 2.</b> Clasificación de las conexiones según Dolores y García .....	26
<b>Figura 3.</b> Tipos de conexiones .....	28
<b>Figura 4.</b> Proceso Metodológico .....	36
<b>Figura 5.</b> Competencias Matemáticas .....	46
<b>Figura 6.</b> Indicadores de Aprendizaje .....	51
<b>Figura 7.</b> Ejemplo aplicación interés compuesto .....	67
<b>Figura 8.</b> Ejemplo sección de aplicaciones de gráficas rectilíneas .....	67
<b>Figura 9.</b> Ejemplo “mini caso” .....	70
<b>Figura 10.</b> Ejemplo demostración .....	71
<b>Figura 11.</b> Ejemplo escenarios .....	73
<b>Figura 12.</b> Ejemplo de sección "ejemplos ilustrativos" .....	76
<b>Figura 13.</b> Ejemplo de problema inicial.....	76
<b>Figura 14.</b> Ejemplo de sección “Aplicación a la administración” .....	79
<b>Figura 15.</b> Ejemplo de aplicación en el libro de Wooldridge. ....	81
<b>Figura 16.</b> Relación conexiones "Cálculo" .....	86
<b>Figura 17.</b> Relación Conexiones “Cálculo diferencial e Integral”.....	86
<b>Figura 18.</b> Relación Conexiones “Optimización”.....	87

<b>Figura 19.</b> Relación Conexiones “Probabilidad y Estadística” .....	87
<b>Figura 20.</b> Relación Conexiones “Econometría Básica” .....	88
<b>Figura 21.</b> Relación Conexiones “Econometría Series de Tiempo” .....	88
<b>Figura 22.</b> Relación Conexiones “Econometría Intermedia” .....	89

### Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Planes de estudio obtenidos .....	38
<b>Tabla 2.</b> Estructura de los planes de estudio .....	39
<b>Tabla 3.</b> Comparación Curricular.....	41
<b>Tabla 4.</b> Comparación Conceptual.....	42
<b>Tabla 5.</b> Otras Asignaturas del Programa de Economía .....	44
<b>Tabla 6.</b> Pensamientos y Procesos .....	57
<b>Tabla 7.</b> Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje.....	59
<b>Tabla 8.</b> Contenidos Matemáticos.....	63
<b>Tabla 9.</b> Recursos Cálculo .....	66
<b>Tabla 10.</b> Recursos Cálculo diferencial e Integral .....	68
<b>Tabla 11.</b> Recursos Optimización y Álgebra Lineal .....	70
<b>Tabla 12.</b> Recursos Probabilidad y Estadística .....	72
<b>Tabla 13.</b> Recursos Econometría Básica.....	74
<b>Tabla 14.</b> Recursos Econometría de Series de Tiempo.....	77
<b>Tabla 15.</b> Recursos Econometría Intermedia .....	80

**Lista de Apéndices**

<b>Apéndice A.</b> Competencias en el PEP Antiguo .....	98
<b>Apéndice B.</b> Competencias en el PEP Vigente .....	99
<b>Apéndice C.</b> Indicadores en el PEP Antiguo .....	101
<b>Apéndice D.</b> Indicadores en el PEP Vigente.....	102
<b>Apéndice E.</b> Contenidos del PEP Antiguo.....	103
<b>Apéndice F.</b> Contenidos del PEP Vigente .....	105

## Resumen

**Título:** Conexiones entre la Matemática y la Economía: Análisis del plan de estudios de un programa de Economía\*

**Autor:** Edwin Sneyder Serrano Rojas \*\*

**Palabras Clave:** Conexiones, Economía, Educación Matemática.

**Descripción:** La Matemática presenta una innegable relación bidireccional con otras ciencias, ya que esta contribuye a la resolución de problemas en diversas disciplinas, y a su vez, los problemas de otras ciencias fomentan su desarrollo (Hoffman & Even, 2023). Sin embargo, en el campo de la Economía, investigaciones como la de Serrano (2013) revelan que algunos programas universitarios de Economía carecen de referencias a cuestiones económicas en los cursos de Matemáticas. Además, Muñoz et al. (2018), afirman que en algunos programas de Licenciatura en Matemáticas no se incluyen asignaturas relacionadas con la Economía. Esto evidencia una brecha entre estas disciplinas en la educación superior.

Por lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo *identificar conexiones entre la Matemática y la Economía, a partir del análisis curricular del plan de estudios de Economía de la Universidad Industrial de Santander*. El marco teórico y conceptual utilizado está orientado por Evitts (2004), Businskas (2008) y Dolores y García (2017, 2018), quienes definen y clasifican las conexiones. El estudio se realizó mediante la identificación y análisis de los planes de estudio de las asignaturas relacionadas con Matemáticas dentro del programa de Economía. En estos planes se buscó identificar conexiones de dos tipos: conexiones *curriculares*, que se refieren a las relaciones entre elementos clave de la Educación Matemática y la Economía; y *conexiones conceptuales*, que se refieren a las relaciones entre elementos conceptuales de ambas disciplinas.

Los resultados mostraron que los planes de estudio contienen pocas conexiones curriculares pero abundantes conexiones conceptuales. Estos hallazgos sugieren la necesidad de especificar mejor las conexiones entre la Matemática y la Economía en los planes de estudio.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas. Licenciatura en Matemáticas. Directora: Sandra Evely Parada Rico. Doctora en Ciencias en la Especialidad de Matemática Educativa.

### Abstract

**Title:** Connections between Mathematics and Economics: Curriculum Analysis of an Economics Program\*

**Author:** Edwin Sneyder Serrano Rojas \*\*

**Key Words:** Connections, Economics, Mathematics Education.

**Description:** Mathematics has an undeniable bidirectional relationship with other sciences, since it contributes to the resolution of problems in various disciplines, and in turn, the problems of other sciences promote its development (Hoffman & Even, 2023). However, in the field of Economics, research such as that of Serrano (2013) reveals that some university economics programs lack references to economic topics in mathematics courses. In addition, Muñoz et al. (2018) state that some bachelor's degree programs in Mathematics do not include subjects related to Economics. This evidence a gap between these disciplines in higher education.

Therefore, this research aimed *to identify connections between Mathematics and Economics, based on the curricular analysis of the Economics curriculum of the Universidad Industrial de Santander*. The theoretical and conceptual framework used is guided by Evitts (2004), Businskas (2008) and Dolores & García (2017, 2018), who define and classify the connections. The study was carried out through the identification and analysis of the study plans of the subjects related to Mathematics within the Economics program. In these plans, two types of connections were sought: *curricular connections*, which refer to the relationships between key elements of Mathematics Education and Economics; and *conceptual connections*, which refer to the relationships between conceptual elements of both disciplines.

The results showed that study plans contain few curricular connections but abundant conceptual connections. These findings suggest that the study plans need to be more specific about the connections between mathematics and economics.

---

\* Degree Work

\*\* Science Faculty. Mathematics School. Bachelor's degree in mathematics. Director: Sandra Evely Parada Rico. Doctor of Science in the specialty of Educational Mathematics.

## 1. Introducción

La Matemática es una disciplina fundamental que se encuentra inmersa en una gran variedad de campos y aspectos de la vida cotidiana. Debido a la aplicabilidad que esta disciplina tiene, resulta importante no solo conocer los conceptos matemáticos en sí, sino también cómo se pueden usar para resolver problemas y entender situaciones que pueden surgir en varios contextos y campos de estudio, como: Economía, Química, Física, Biología, Ingeniería, Arquitectura, Arte, entre muchas otras más.

Frente a la innegable conexión de la Matemática con otras ciencias, Hoffman y Even (2023) comentan que existe una relación biunívoca entre estas, pues “una dirección denota la contribución de las Matemáticas a la resolución de problemas en diferentes campos y la otra, denota la contribución de diferentes campos al planteamiento de nuevos problemas que permita el desarrollo de la Matemática” (p. 2).

Ahora bien, la Economía es una de las ciencias más cercanas a la sociedad dado que es una *ciencia social*, que se encarga de “estudiar relaciones económicas y sociales que rigen la producción, distribución, circulación y consumo de bienes y servicios que satisfacen necesidades humanas, que contribuyen a la reproducción social de la fuerza de trabajo, en un espacio y tiempo particular” (Actis, 2023, p.45). Es por esto que, resulta interesante indagar sobre la relación entre la Matemática y la Economía, puesto que estudiar estas conexiones permitiría entender cómo las herramientas matemáticas pueden aplicarse al análisis y resolución de problemas económicos.

Además, según Liern (2013) el utilizar las Matemáticas en la Economía ha tenido una evolución “desde el uso de la aritmética hasta el intercambio de conceptos y métodos en ambas direcciones. Fruto de esta interacción, en el siglo XIX, economistas encuentran en la Matemática un mecanismo para abstraer y hacer más comprensibles los hechos económicos” (p.11). Esto destaca la importancia de comprender la relación entre estas dos ciencias.

Por lo anterior, el presente trabajo se centró en explorar e identificar las conexiones entre la Matemática y la Economía, con un énfasis particular en el análisis del plan de estudios del programa de Economía de la Universidad Industrial de Santander. Este documento, como reporte final, está organizado en los siguientes capítulos: en el primero se realiza la introducción, en el segundo se presenta una revisión de la literatura relacionada con la Educación Matemática y Económica, las conexiones matemáticas y el análisis curricular. Además, se plantea el problema, la pregunta y el objetivo de la investigación, destacando la necesidad de comprender las conexiones entre ambas áreas. En el tercer capítulo del documento se plantean los aspectos teóricos y conceptuales que son la base para la investigación. Allí se explora el programa de Economía, el concepto y la categorización de las *conexiones* y, además, las competencias matemáticas, los procesos generales y los pensamientos de la actividad matemática que se tienen en cuenta en la investigación.

En el capítulo cuatro, se describe el enfoque metodológico mediante las cinco fases del estudio y se detallan las técnicas empleadas para recopilar, analizar y presentar los datos. El quinto capítulo proporciona el análisis documental, en donde se presentan las conexiones en los planes de estudio a partir de las categorías de análisis. Y, finalmente, en el sexto y séptimo capítulo se presentan los resultados y las conclusiones de la investigación.

## **2. Revisión Bibliográfica y Planteamiento del Problema**

El punto de partida para explorar las conexiones entre la Matemática y la Economía surge con el desarrollo de una línea de investigación en la Universidad Industrial de Santander llamada “Educación Matemática y Educación Económica y Financiera”. Sobre esta línea se han llevado a cabo algunas investigaciones que analizan cómo los docentes emplean situaciones económicas para abordar conceptos e ideas matemáticas.

Además, durante el 2023 se conformó un semillero interinstitucional (entre la Universidad Industrial de Santander, la Universidad de Antioquia y la Universidad de Valencia en España) donde se reflexiona sobre estas conexiones y se proponen formas de utilizarlas didácticamente tanto en la Educación Económica, como en la formación de profesores de Matemáticas y profesionales en Economía. A partir de esto surge el interés por indagar sobre las relaciones existentes entre la Matemática y la Economía y la manera en la que se aborda la Matemática desde la formación de los Economistas.

Debido a lo anterior, se realiza una revisión de investigaciones previas a este trabajo enmarcados en la línea mencionada, las cuales fueron organizadas en tres ejes temáticos así: i) Educación Matemática y Educación Económica, donde se destacan investigaciones que se interesan por la relación entre estas dos ciencias; ii) Conexiones Matemáticas con otras ciencias, descritas por varios autores, para dar fundamento a la definición y clasificación de las mismas; y, iii) Análisis Documental, debido a la metodología seleccionada para el desarrollo de la investigación. Los hallazgos obtenidos sientan las bases para el planteamiento del problema.

## 2.1. Educación Matemática y Educación Económica

En este contexto se encuentran investigaciones como la de Serrano (2013), quien se interesó sobre la modelización matemática en los estudios universitarios de Economía. Como parte de la investigación, Serrano selecciona una muestra de veinte universidades españolas y revisa la asignatura de Matemáticas de primer curso de cualquiera de los programas en el ámbito de la Economía que se encuentran publicados en las páginas web, con el objetivo de analizar los contenidos y competencias.

Los resultados revelaron que la mayoría de estos programas carecen de referencias a cuestiones económicas, y, a menudo, se dividen en categorías basadas en contenidos matemáticos, sin incorporar terminología de Economía. Serrano concluye que en los estudios universitarios de Economía de dichas universidades de España se establece una separación rígida entre la Matemática y la Economía. De modo que, “la primera, una vez construida, se «aplica» a la segunda sin «contaminarse» por ella, y sin que ello suponga ningún cambio relevante ni para las Matemáticas ni para la problemática de las ciencias económicas a cuyo estudio contribuyen” (p. 86).

Adicionalmente, Muñoz, et al. (2018), investigaron sobre la formación que tienen los docentes de matemáticas para integrar la Educación Económica en sus clases. Como parte de la investigación, los autores analizan los pánsum de catorce universidades de Colombia que ofrecen el programa de licenciatura en Matemáticas. Los resultados de este análisis revelaron que ninguno de los pánsum revisados incluye asignaturas relacionadas con la Economía. Además, los autores también estudian los libros y materiales utilizados por los docentes en sus clases, encontrando que estos no cuentan con situaciones contextualizadas en el ámbito Económico. Esto muestra que los

docentes no cuentan con la formación necesaria ni con los recursos adecuados para brindar una Educación Matemática que incorpore aspectos de la Educación Económica.

Finalmente, en el trabajo de Marín (2020) realizado en la Universidad del Atlántico en Colombia, se desarrolló un programa de Educación Económica destinado a la formación de docentes de Matemáticas en los niveles de educación básica y media. Con este trabajo se logró impactar en los docentes de Matemáticas participantes, quienes reconocieron que las orientaciones brindadas les permitieron desarrollar competencias en Educación Económica. Los resultados de la investigación dan cuenta de cómo la integración de la Educación Económica en la formación de docentes puede tener un impacto positivo en su capacidad para enseñar Matemáticas, lo que a su vez puede contribuir al desarrollo de habilidades financieras y económicas en las futuras generaciones.

Las anteriores investigaciones demuestran la necesidad de comprender las relaciones entre la Matemática y la Economía, así como la forma en que estas disciplinas se han tratado en diferentes niveles de educación (primaria, secundaria y universitario). Es por ello, que estos antecedentes sirven como punto de partida para analizar las conexiones que existen entre estas dos disciplinas.

## **2.2. Conexiones Matemáticas**

En la búsqueda de las relaciones que se pueden encontrar entre la Matemática y la Economía surgen las investigaciones sobre las *conexiones matemáticas*. En este sentido, Hoffmann y Even (2023) sostienen que existe una relación mutua entre las Matemáticas y otras áreas del conocimiento, por un lado, las Matemáticas desempeñan un papel fundamental en la contribución a otras disciplinas, mientras que, por el otro, el abordaje de situaciones en esos campos fomenta el

desarrollo del pensamiento matemático. Estos autores encuentran que, incorporar un enfoque en estas dos direcciones tiene el potencial de apoyar el desarrollo de un punto de vista superior sobre la modelización matemática y sobre sus aplicaciones en la Educación Matemática.

Siguiendo esta línea, García, et al. (2022) junto con Dolores y García (2017 y 2018) categorizan las conexiones matemáticas encontradas en algunos contextos específicos. Para ello, proponen una definición de lo que consideran conexiones matemáticas, para luego clasificar estas conexiones según lo propuesto por Businskas (2008) y Evitts (2004), y con esta clasificación poder identificar las conexiones entre los contextos de estudio.

De acuerdo con estos autores, las conexiones matemáticas brindan una perspectiva integral de las Matemáticas en lugar de considerarlas como componentes aislados, lo que, a su vez, enriquece la comprensión de diversos conceptos matemáticos. Además, señalan que hacer conexiones matemáticas implica un proceso complejo que no siempre se lleva a cabo, y que la naturaleza del problema y los conocimientos previos del estudiante pueden influir en la capacidad para establecer dichas conexiones.

Siguiendo a los autores anteriores, se profundiza en lo propuesto por Businskas (2008) y Evitts (2004), quienes han elaborado una clasificación que aborda los diferentes tipos de conexiones matemáticas, entendiendo las conexiones como las relaciones que surgen entre los conceptos matemáticos entre sí, así como entre las Matemáticas con otros contextos y disciplinas. Esta clasificación se deriva de la identificación de diversos elementos esenciales dentro del ámbito matemático, como los conceptos matemáticos, los modelos utilizados, las representaciones, los procedimientos, las relaciones entre diferentes ramas de la Matemática, junto con otras características significativas. Esta clasificación se profundiza en el tercer capítulo.

### 2.3. Análisis Documental

Debido a que el interés está en analizar el currículo de un programa de educación superior, se vio la necesidad de indagar sobre las metodologías útiles para hacerlo. Al respecto, Morales (2003) describe un proceso de investigación documental, el cual se caracteriza porque las fuentes de datos analizadas son justamente documentos y, además, presenta una serie de pasos a seguir en este tipo de estudio.

Según el autor, el proceso de investigación comienza con la selección y delimitación del tema, seguido por la recopilación de la información, que implica la recolección de documentos necesarios para el análisis. Luego, se organizan los datos, se crea un esquema que facilite su interpretación, se realiza el análisis, y finalmente, se genera el informe de resultados y de investigación.

Del mismo modo, Sarmiento y Tovar (2007) destacan que la investigación documental se basa en la identificación de documentos que serán analizados con todos los procedimientos lógicos de una investigación, como el análisis, síntesis, deducción e inducción. Estos procesos se utilizan para relacionar categorías de análisis en un proceso de abstracción científica (p. 57). Además, señalan que el análisis documental conlleva varias ventajas, entre las cuales se incluye la fiabilidad de la información obtenida y la capacidad de descubrir cuestiones significativas en el contenido de los documentos.

En conclusión, la metodología del análisis documental de tipo curricular se presenta como un pilar para abordar la exploración de las conexiones entre la Matemática y la Economía en el plan de estudios de Economía, donde, sus herramientas son integradas, brindando una base sólida

para el análisis. Lo anterior debido a que, lo proporcionado por Morales (2003) y Sarmiento y Tovar (2007) resalta las ventajas asociadas a esta modalidad de investigación.

#### **2.4. Planteamiento del problema**

Como se ha venido mencionando, se evidencia una relación entre la Economía y la Matemática. No obstante, existe una problemática recurrente en la enseñanza de estas dos disciplinas, caracterizada por la falta de una integración efectiva. En muchas ocasiones, se enseñan conceptos matemáticos sin hacer uso de fenómenos del contexto económico, o se ilustran contenidos económicos sin profundizar en los aspectos matemáticos esenciales para comprenderlos. Esta carencia de una conexión apropiada conlleva a errores en la enseñanza y, como resultado, dificultades en el proceso de aprendizaje.

Es por esto que resulta importante plantear el objetivo de *identificar conexiones entre la Matemática y la Economía, desde el análisis curricular del plan de estudios de Economía de la Universidad Industrial de Santander*, para proponer posibles contribuciones educativas entre ambas ciencias y de esta manera dar respuesta a la pregunta *¿qué conexiones existen entre la Matemática y la Economía, desde el análisis curricular del plan de estudios de Economía de la Universidad Industrial de Santander?*.

### **3. Aspectos Teóricos y Conceptuales**

En este capítulo se presentan los elementos teóricos y conceptuales que fundamentan la investigación, organizados en tres apartados: i) Programa de Economía, que describe la organización del programa; ii) Conexiones, donde se definen y se clasifican; y, iii) Eje curricular de las Matemáticas, que profundiza sobre aspectos curriculares como las competencias, los pensamientos y los procesos generales.

### 3.1. Programa de Economía

Teniendo en cuenta que se analizan las conexiones entre la Matemática y la Economía del plan de estudios de la carrera de Economía de la Universidad Industrial de Santander (UIS), resulta necesario dar una descripción del programa y ahondar sobre el enfoque que se plantea en dicha carrera. El programa de Economía presenta dos proyectos educativos: uno realizado en el 2011 y otro propuesto en la Reforma Curricular en 2022. En consecuencia, se procederá a describir el programa, utilizando elementos de ambos proyectos.

La escuela de Economía y Administración, en la cual se encuentra inscrita la carrera de Economía en la UIS, tiene como misión “formar profesionales en Economía con capacidad crítica, analítica y ético-política, que les permita incidir en las complejidades del desarrollo y aportar al bienestar de la sociedad mediante una sólida fundamentación teórica y metodológica” (Nodo de Escuela Reforma Curricular, 2022, p.12). Es decir, se espera que cada economista se caracterice por ser un profesional con competencias enfocadas en la resolución de problemáticas que incidan en el bienestar humano, económico y político de una sociedad determinada.

De modo que, se entiende a la Economía como una *ciencia social* que utiliza la teoría económica para describir, entender, analizar y estudiar las relaciones, causas y efectos alrededor de los diferentes fenómenos sociales y económicos que se producen en una comunidad. En particular, la Escuela de Economía y Administración (2011) tiene como propósito formar economistas que puedan:

- Asumir el análisis y la crítica de los principios que interpretan el desarrollo de la sociedad y su perspectiva hacia el futuro.

- Liderar procesos de transformación económica y social que apunten a un desarrollo económicamente viable, socialmente equitativo y ambientalmente sostenible.
- Comprender el carácter universal de las teorías económicas y de las particularidades de su aplicación.
- Realizar diagnósticos de la Economía colombiana en sus dimensiones nacional, regional, sectorial y empresarial.
- Diseñar políticas bajo un contexto global, que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del país. (p. 60)

Para lograr esto, se estructuran las actividades académicas del programa teniendo en cuenta cuatro áreas requeridas para la formación de un economista (ver *Figura 1*), permitiendo así un proceso de formación flexible con el objetivo de lograr una formación integral.

**Figura 1.**

*Organización de las actividades académicas “Reforma”*



*Nota.* Tomado de Nodo de Escuela Reforma Curricular (2022).

A continuación, se dará una descripción de cada una de estas áreas de acuerdo con lo planteado por el Nodo de Escuela Reforma Curricular (2022):

### ***3.1.1. Área de Teoría Económica***

En esta área el estudiante adquirirá los conocimientos, principios y teorías necesarias para comprender la Economía como ciencia social; estudiará diferentes elementos teóricos y metodológicos, tanto de la microeconomía como de la macroeconomía, proporcionando las herramientas para entender el comportamiento de los agentes económicos en diferentes estructuras del mercado. Asimismo, se brindará un marco analítico para comprender los acontecimientos recientes de la Economía internacional; desarrollando diversos laboratorios que promueven la apropiación de los elementos conceptuales (p. 106).

Para esta área, se supone el desarrollo de las siguientes competencias:

- Argumentar en forma clara y razonada, posturas teóricas y propuestas en el campo de la Economía, sus supuestos y su lógica interna.
- Reconocer las múltiples determinaciones de los procesos económicos y sociopolíticos y los signos de transformación en el conocimiento de los mismos (p. 106).

### ***3.1.2. Área de Pensamiento e Historia Económica***

El objetivo de esta área es brindar al estudiante una perspectiva histórica y social de las diferentes corrientes del pensamiento económico y de las problemáticas económicas regionales, nacionales e internacionales. De este modo, se pretende capacitarlo para que comprenda la tendencia histórica en la que se enmarca el presente, analice cómo ha evolucionado la disciplina con el paso del tiempo y asuma un compromiso con el futuro (p. 107).

Esta área permitirá el desarrollo de competencias como:

- Identificar las diferentes escuelas de pensamiento dentro de la Economía y estar atento a los avances en el campo de las Ciencias Sociales, que brinda herramientas útiles para analizar la realidad en la que se enmarcan los fenómenos económicos.
- Analizar la tendencia histórica en la que se enmarca el presente, con el propósito de adelantar estimaciones sobre el comportamiento futuro de la Economía (p. 107).

### ***3.1.3. Área de Análisis Cuantitativo***

Es acá, donde se espera que el estudiante desarrolle razonamiento lógico propio de la Matemática y la Estadística, fundamental para la formulación de modelos en el ámbito económico. Además, que se familiarice con diferentes herramientas cuantitativas y tipos de software que soportan el análisis económico (p. 107).

Las competencias desarrolladas de esta área son:

- Obtener, procesar y analizar información, además de reformular el conocimiento, con el propósito de interpretar la realidad económica.
- Lograr una sólida formación metodológica que le permita al estudiante manejar adecuadamente las herramientas cuantitativas del análisis económico (p. 107).

### ***3.1.4. Componente Electivo***

El componente electivo se ha diseñado con el propósito de que el estudiante complemente su formación mediante la integración de los conocimientos adquiridos, permitiendo así el desarrollo de diversas competencias. Se proponen asignaturas técnicas profesionales, seminario de investigación, electivas en Economía, trabajo de grado y asignaturas de contexto con la finalidad de capacitarlo en la recolección y procesamiento de la información, comprensión de textos, trabajo

colaborativo, redacción e intercambio de ideas, permitiéndole así involucrarse en actividades investigativas (p. 107).

Con este componente, se desarrollan las siguientes competencias:

- Reconocer el carácter social de la Economía, comprendiendo que su objetivo principal es mejorar la calidad de vida de la población.
- Analizar las limitaciones y las posibilidades de aplicar la teoría en la comprensión y formulación de propuestas destinadas a abordar problemas económicos. (p. 108)

Es importante señalar que, de estas cuatro áreas del plan de estudios de Economía, la investigación explora las conexiones existentes en las asignaturas ubicadas en el “Análisis Cuantitativo”, debido a que, conservan una relación más directa con la Matemática. Además, es necesario mencionar que esta descripción de las cuatro áreas, junto con la *Figura 1*, se basa en lo establecido en el plan de estudios de la reforma curricular. Sin embargo, la organización anterior a la reforma sigue una estructura similar, pero con las asignaturas respectivas de su versión.

### **3.2. Conexiones**

Para trabajar sobre las conexiones existentes en el plan de estudios descrito anteriormente, entre la Matemática y la Economía, es importante definir lo que se entiende por conexiones y qué tipo de conexiones se tienen en cuenta. De acuerdo con Evitts (2004), estas pueden entenderse como una asociación de ideas matemáticas, lo que a su vez indica la existencia de estructuras que conectan información. Además, el autor identifica cinco tipos fundamentales de conexiones:

- Las *conexiones de modelado* constituyen los vínculos entre el mundo de las Matemáticas y el mundo real de los estudiantes.

- Las *conexiones estructurales* son las relaciones que se pueden establecer entre dos ideas o constructos matemáticos.
- Las *conexiones representacionales* se refieren a los vínculos que se establecen entre diferentes representaciones, como la gráfica, numérica, simbólica, pictórica, entre otras.
- Las *conexiones proceso-concepto*, como su nombre sugiere, son los lazos existentes entre los procedimientos y los conceptos matemáticos, esto implica que, al llevar a cabo procesos matemáticos, se emplean y aplican conceptos específicos, y a su vez, comprender estos conceptos permite la ejecución efectiva de ciertos procesos.
- Las *conexiones entre ramas de las Matemáticas* contribuyen a la concepción de las Matemáticas como un todo integrado. Evitts (2004) plantea dos tipos de estos vínculos, uno es la aplicación de habilidades de una rama en problemas de otra rama y otro al considerar las Matemáticas como una colección de temas unificadores.

Por su parte, Businskas (2008) señala que la conexión matemática se puede abordar desde tres perspectivas: como una relación entre ideas matemáticas; como una relación construida por el alumno; y, como un proceso que forma parte de la actividad de hacer Matemáticas. Businskas (2008) se enfoca en las conexiones como la relación entre diferentes conceptos o ideas matemáticas y propone siete categorías para clasificar estas conexiones, las cuales son:

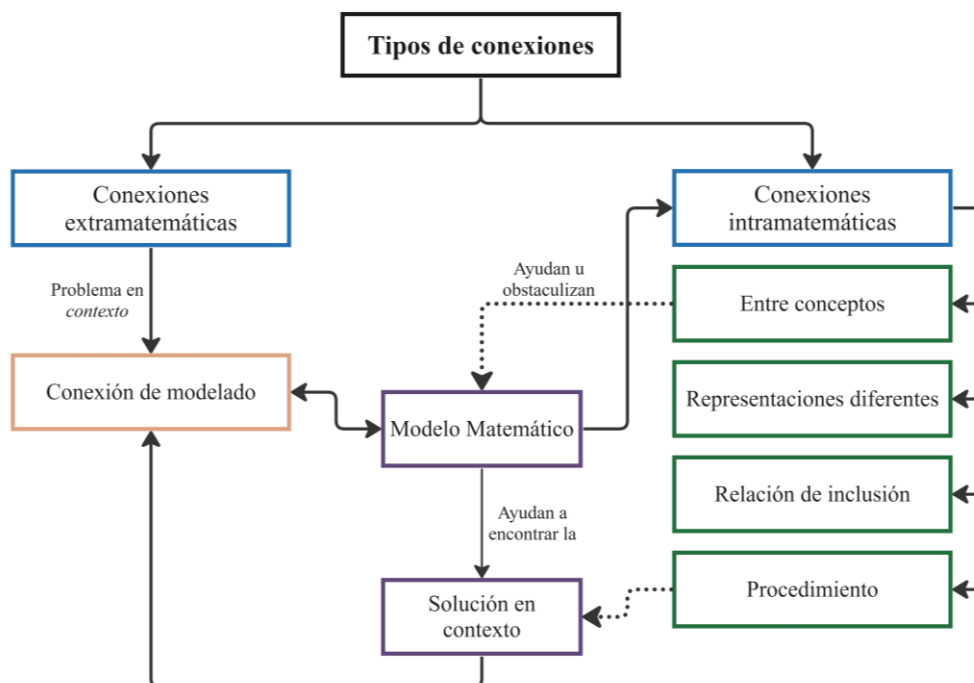
- *Representación alternativa*: A es representación alternativa de B si son la misma idea o concepto, pero con diferente forma de representación, como simbólica, algebraica, gráfica, pictórica, verbal, física, entre otras. Por ejemplo, el gráfico de una parábola es una representación alternativa de  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , la primera es una representación gráfica mientras que la segunda una representación algebraica del mismo objeto matemático.

- *Representación equivalente*: A es representación equivalente de B si son la misma idea o concepto representados de diferente manera dentro de la misma forma de representación. Por ejemplo,  $f(x) = 4x^2 - 4x + 1$  y  $f(x) = (2x - 1)^2$  son representaciones equivalentes en representación algebraica.
- *Características comunes*: A y B están relacionados si comparten algunas características en común. Por ejemplo, un cuadrado y un rectángulo están vinculados por las características comunes de tener 4 lados y ángulos rectos.
- *Inclusión*: A está incluido en B si existe una relación de contención entre dos conceptos. Por ejemplo, un vértice está incluido en una parábola (y una parábola incluye a un vértice).
- *Generalización*: A es una generalización de B si B es un caso particular (o un ejemplo) de A. Por ejemplo,  $ax^2 + bx + c = 0$  es una generalización de  $2x^2 - 7x + 3 = 0$ .
- *Implicación*: esta conexión indica una dependencia de un concepto en otro de alguna manera lógica (A implica B). Por ejemplo, el grado de una ecuación implica el número máximo de raíces posibles.
- *Procedimiento*: este tipo de conexión establece que A es un procedimiento utilizado cuando se trabaja con el objeto B. Por ejemplo, hacer un diagrama de árbol es un procedimiento utilizado para describir un espacio muestral.

Adicionalmente, Dolores y García (2017), basándose en los trabajos de Evitts (2004) y Businskas (2008), realizan una clasificación en dos tipos de conexiones (*Figura 2*): *conexiones intramatemáticas*, “las que se establecen entre conceptos, procesos, teoremas, argumentos y representaciones matemáticas entre sí” (p. 160); y *conexiones extramatemáticas*, que son “las que establecen una relación de un concepto o modelo matemático con un problema en contexto (no matemático) o viceversa” (p. 161).

**Figura 2.**

*Clasificación de las conexiones según Dolores y García*



*Nota.* Tomado de Dolores y García (2017).

En esta clasificación los autores presentan, dentro de las conexiones intramatemáticas, las de *representaciones*, *inclusión* y de *procedimientos* siguiendo la idea de Businskas (2008) y la conexión *entre conceptos*, como propone Evitts (2004) en las conexiones entre ramas, entendiendo la Matemática como un todo integrado. Además, distinguen en las conexiones extramatemáticas las *de modelado*, como las define Evitts (2004). Plantean también, una relación entre las conexiones intra y extramatemáticas mediante el uso de modelos matemáticos para abordar problemas contextualizados.

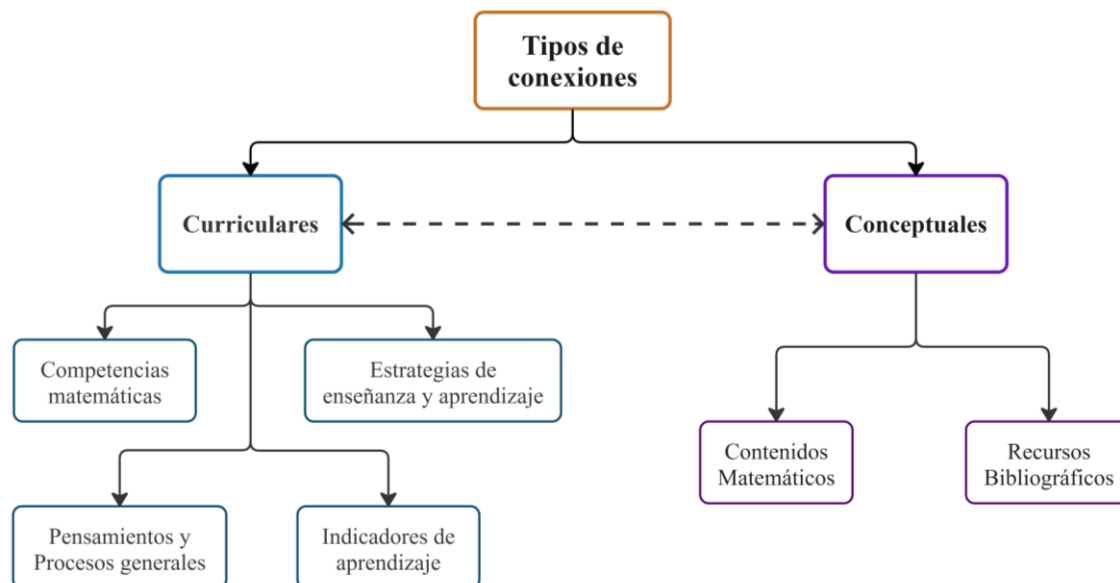
Finalmente, Dolores y García (2018), definen las conexiones matemáticas como un proceso cognitivo a través del cual una persona relaciona dos o más ideas, conceptos, definiciones, teoremas, procedimientos, representaciones y significados con otros de estos elementos, con otras disciplinas o con la vida real (p. 229).

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta que la investigación se enmarca en un análisis documental que abarca competencias, indicadores, estrategias de enseñanza, contenidos matemáticos, entre otros aspectos; se entienden las conexiones como *las relaciones que se pueden establecer entre los elementos conceptuales de las Matemáticas (como temáticas, conceptos, definiciones, etc.) y los elementos de la Educación Matemática (como competencias, procesos, pensamientos, etc.), con otros campos de estudio.*

A partir de esta definición, de la clasificación de las conexiones extramatemáticas propuestas por Dolores y García (2018), y debido al interés en analizar la relación entre la Matemática y la Economía, se definen dos tipos de conexiones:

- Las *conexiones curriculares*, entendiéndose como aquellas relaciones que se pueden establecer entre elementos claves de la Educación Matemática y otros campos de estudio, como las competencias matemáticas, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, los procesos generales de la actividad matemática y los indicadores de aprendizaje.
- Las *conexiones conceptuales*, entendidas como las relaciones que se encuentran entre los elementos conceptuales de las Matemáticas y otros campos de estudios, tales como los contenidos matemáticos que se abordan y los recursos bibliográficos utilizados para la enseñanza.

En la *Figura 3* se ilustra la relación entre estos dos tipos de conexiones que son la base para el análisis del plan de estudios del programa de Economía. En esta, se incluyen los elementos que se estudian en cada una de las dos categorías.

**Figura 3.***Tipos de conexiones**Nota.* Elaboración propia.

Esta clasificación se basa en los elementos presentes en los planes de estudio, es por esto que en las conexiones curriculares se estudian las competencias, estrategias, pensamientos, procesos generales e indicadores de aprendizaje y en las conexiones conceptuales se analizan los contenidos matemáticos y los recursos bibliográficos sugeridos.

Es importante destacar la interrelación entre estos dos tipos de conexiones, ya que los elementos curriculares y conceptuales se entrelazan en los planes de estudio. A esta interrelación se le llamará “interconexiones”.

### 3.3. Eje curricular de la Matemática

Debido a la clasificación dada en la *Figura 3*, es necesario definir términos como competencia matemática, procesos generales y pensamientos matemáticos. Para ello, se usan las consideraciones dadas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en los lineamientos curriculares de Matemáticas (1998) y en los estándares básicos de competencias (2006).

### **3.3.1. Competencias Matemáticas**

Para los fines de esta investigación, es necesario definir el concepto de competencias matemáticas. Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2006) estas competencias se pueden entender como un “conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socioafectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores” (p. 49). Justamente, una persona es competente para realizar alguna actividad si tiene las capacidades y habilidades necesarias y es capaz de desenvolverse en situaciones que se le presenten, de manera similar, se puede hablar de ser *matemáticamente competente* al tener ese conjunto de habilidades que permitan enfrentar situaciones matemáticas retadoras.

De acuerdo con el MEN (2006), la noción de competencia se encuentra estrechamente relacionada con el *saber qué*, el *saber hacer* y el *saber cómo, cuándo y por qué*; esto implica la necesidad de dominar los cinco procesos generales de esta disciplina, ya que son esenciales para lograr un desempeño competente en este ámbito.

### **3.3.2. Procesos Generales de la Actividad Matemática**

Dado que uno de los elementos a analizar es la relación que tienen los procesos generales de la actividad matemática, planteados por el MEN, con el programa de Economía, es necesario definir estos procesos. El MEN (1998) plantea cinco procesos generales presentes en la actividad Matemática: la *resolución y el planteamiento de problemas*, el *razonamiento*, la *comunicación*, la *modelación* y la *elaboración, comparación y ejercitación de procedimientos*.

**La Resolución y el Planteamiento de Problemas.** Este es un proceso fundamental para el desarrollo de las habilidades matemáticas, pues resolver un problema implica identificar los elementos claves de la situación, tomar decisiones para plantear una posible solución y, posteriormente, evaluar para determinar si efectivamente soluciona el problema en cuestión. Además, esta capacidad se ve enriquecida cuando los estudiantes logran generar sus propios problemas, los cuales pueden surgir de situaciones cotidianas cercanas, pero también de otras disciplinas (MEN, 2006).

Por tanto, la resolución y planteamiento de problemas es considerado como un proceso importante en el desarrollo de las Matemáticas y de la enseñanza de las mismas. Es tan significativo que se considera un eje central en el desarrollo de un currículo que abarca tópicos de Matemáticas (MEN, 1998). Este proceso fomenta la mejora de un pensamiento crítico que puede ser aplicado en diferentes contextos y disciplinas.

**El Razonamiento.** Se entiende por razonar a “la acción de organizar ideas en la mente para llegar a una conclusión” (MEN, 1998, p. 54). El razonamiento matemático abarca una amplia gama de habilidades incluyendo la justificación de procedimientos, la formulación de hipótesis, el establecimiento de conjeturas, la identificación de patrones, el uso de argumentos para exponer ideas y la explicación de los procesos mediante los cuales se llega a conclusiones (MEN, 1998).

Además, se evidencia que el razonamiento matemático está presente en toda la labor de las Matemáticas y por tanto es necesario articular este proceso en todas las áreas. También resulta provechoso aplicar tanto el razonamiento inductivo, al formular hipótesis, como el razonamiento deductivo, al comprobar la coherencia de una proposición (MEN, 2006).

**La Comunicación.** La comunicación es un proceso innato del ser humano y por ende se encuentra presente en diversas actividades cotidianas y disciplinas como la Matemática. La

comunicación en Matemáticas es necesaria e importante porque, “en primer lugar, la comunicación en forma de argumento lógico es fundamental para el discurso matemático y, en segundo lugar, la comunicación es el medio por el cual los conocimientos se sistematizan y, por tanto, se aceptan como conocimiento nuevo” (MEN, 1998, p. 74).

Además, las diferentes maneras de expresar y comunicar las preguntas, problemas, conjeturas y resultados matemáticos son algo intrínseco de modo que las formas de comunicación y expresión son constitutivas de la comprensión de las Matemáticas (MEN, 2006).

**La Modelación.** Según el MEN (2006), un modelo puede entenderse como un “sistema figurativo mental, gráfico o tridimensional que reproduce o representa la realidad en forma esquemática para hacerla más comprensible” (p. 52). Es decir, un modelo es un sistema que representa un problema de la realidad para simplificarlo, manipularlo y entenderlo mejor. La capacidad del estudiante para plantear buenos modelos es fundamental pues permite a los estudiantes buscar diferentes formas de solucionar un problema o darse cuenta de si una aparente solución si tiene sentido o no es posible que se presente en dicho problema (MEN, 2006).

**La Elaboración, Comparación y Ejercitación de Procedimientos.** Se entiende por *procedimientos* a las estrategias, métodos, técnicas, destrezas, usos y aplicaciones que utiliza el estudiante para resolver situaciones de manera eficaz, con precisión y con exactitud (MEN, 1998). Es importante que el estudiante “realice cálculos correctamente, que siga instrucciones, que utilice de manera correcta una calculadora para efectuar operaciones, que transforme expresiones algebraicas, que mida correctamente longitudes, áreas, volúmenes, etc.” (MEN, 1998, p. 81) porque esto facilita la aplicación de las Matemáticas en la vida cotidiana.

Además, este proceso no se limita al simple conocimiento de cómo realizar procedimientos, también es fundamental que los estudiantes reflexionen sobre cuáles

procedimientos permiten abordar una tarea de manera más eficiente; que comprendan en qué contextos ciertos procedimientos son efectivos y en cuáles no lo son; que tengan la capacidad de adaptarlos, ampliarlos o modificarlos según las circunstancias y que puedan justificar por qué eligen un procedimiento en lugar de otro en diversas situaciones.

### ***3.3.3. Tipos de Pensamiento Matemático***

Es necesario definir y caracterizar los tipos de pensamiento matemático planteados por el MEN, ya que es uno de los factores que se tendrán en cuenta para el análisis. El MEN (1998) plantea los siguientes tipos de pensamiento matemático: *numérico, espacial, métrico, aleatorio y variacional*.

**Pensamiento Numérico.** De acuerdo con el MEN (1998), el pensamiento numérico va más allá de tener sentido numérico, también abarca el sentido operacional, las destrezas y habilidades numéricas, estimaciones, comparaciones, órdenes de magnitud, entre otros aspectos (p. 26). El MEN adopta la definición de este sentido numérico como lo plantean McIntosh, et al. (1992), que lo describen como la comprensión general de una persona sobre los números y las operaciones, junto con la capacidad y la inclinación a utilizar esta comprensión de manera flexible para hacer juicios matemáticos y desarrollar estrategias útiles al manejar números y operaciones (p. 3).

Además, el MEN (1998) plantea que el pensamiento numérico se adquiere de manera gradual y evoluciona a medida que los estudiantes tienen la oportunidad de reflexionar sobre los números y utilizarlos en contextos significativos, permitiendo así la comprensión de los números, sus diversos significados y representaciones, la utilización de su capacidad descriptiva, el reconocimiento del efecto de las distintas operaciones, entre otros factores (p. 26).

**Pensamiento Espacial.** El MEN (1998) define el pensamiento espacial como “el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones, y sus diversas traducciones a representaciones materiales” (p. 37). Es decir, comprende un conjunto de habilidades que permiten comprender a fondo las propiedades geométricas de los objetos en el espacio, así como las relaciones de ubicación, orientación y movimiento entre dichos objetos.

Adicionalmente, el MEN (1998) plantea que la construcción de este pensamiento está influenciada por las capacidades cognitivas de cada persona, así como por el contexto físico, cultural, social e histórico que la rodea. Por lo tanto, la enseñanza de la geometría en las escuelas debe facilitar esta interacción. Se trata de que los estudiantes actúen y argumenten sobre nociones espaciales utilizando modelos, figuras, términos del lenguaje cotidiano, gestos corporales y movimientos (p. 37).

**Pensamiento Métrico.** Este pensamiento, está ligado a la comprensión que una persona desarrolla sobre las magnitudes, cantidades y procesos de medición. También implica la habilidad de emplear los diferentes sistemas métricos para cuantificar y dimensionar en situaciones y contextos diversos (MEN, 2006). Esta comprensión y capacidad se ven reforzadas cuando los estudiantes se involucran en actividades cotidianas que los aproximan a la habilidad de medir, tales como hacer compras, practicar deportes, construir o cocinar. Dichas experiencias les brindan la oportunidad de fortalecer conceptos y destrezas matemáticas relacionadas con la medición (MEN, 1998).

El MEN (1998) plantea algunos procesos y conceptos relacionados con los sistemas métricos los cuales son: i) la construcción de los conceptos de cada magnitud; ii) la comprensión de los procesos de conservación de magnitudes; iii) la estimación de magnitudes y los aspectos del

proceso de “capturar lo continuo con lo discreto”; iv) la apreciación del rango de las magnitudes; v) la selección de unidades de medida, de patrones y de instrumentos; vi) la diferencia entre la unidad y el patrón de medición; vii) la asignación numérica y, viii) el papel del trasfondo social de la medición (p. 42).

**Pensamiento Aleatorio.** El pensamiento aleatorio "ayuda a tomar decisiones en situaciones de incertidumbre, de azar, de riesgo o de ambigüedad por falta de información confiable, en las que no es posible predecir con seguridad lo que va a pasar" (MEN, 2006, p. 64). Este tipo de pensamiento se apoya en los conceptos y procesos fundamentales de la probabilidad, que permiten calcular la ocurrencia de eventos aleatorios y medir la incertidumbre, y de la estadística, que brinda métodos para recopilar, organizar y analizar datos, identificando patrones en medio de la variabilidad.

Además, según el MEN (1998), la inclusión de la probabilidad y la estadística en el plan de estudios requiere un énfasis especial en el pensamiento inductivo, ya que permite proponer diversas situaciones basadas en conjuntos de datos, cada una con diferentes niveles de veracidad. Dado el carácter no determinista de la probabilidad, resulta fundamental enseñarla en contextos significativos que involucren problemas abiertos con cierto grado de incertidumbre.

**Pensamiento Variacional.** Según lo definido por el MEN (2006), el pensamiento variacional implica la habilidad de reconocer, percibir, identificar y caracterizar la variación y el cambio en una variedad de contextos, así como la capacidad de describir y modelar estos fenómenos utilizando diferentes sistemas simbólicos, como verbales, gráficos, icónicos o algebraicos.

Además, en lugar de tratarse simplemente como un concepto abstracto, la variación puede ser explorada de manera concreta a través del análisis de fenómenos de cambio y variación

presentes en la vida práctica. Esto no solo hace que el aprendizaje sea más contextualizado y significativo, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades de observación, registro y aplicación del lenguaje matemático desde una edad temprana (MEN, 1998).

La comprensión de estos elementos teóricos y conceptuales sientan las bases para entender y analizar las conexiones entre la Matemática y la Economía en los diversos planes de estudio del programa de Economía. Con estos elementos claros se procede a describir la metodología llevada a cabo en la presente investigación.

#### **4. Aspectos Metodológicos**

Dado que el objetivo de la investigación es identificar conexiones entre la Matemática y la Economía, desde el análisis del plan de estudios del programa de Economía de la Universidad Industrial de Santander, se tipifica el estudio como un análisis documental aplicado al currículo. Entendiendo el análisis documental como “un proceso basado en indagar, recolectar, analizar e interpretar información en torno a un determinado tema, con la particularidad de que las fuentes de información primaria son documentos escritos de diferentes formas: impresos, electrónicos y audiovisuales” (Morales, 2003, p. 2).

Este enfoque es fundamental, pues está basado en diferentes técnicas de recolección de datos y análisis de documentos que permiten “redescubrir hechos, sugerir problemas, orientar hacia otras fuentes de investigación, hacia nuevas formas para elaborar instrumentos de investigación, hacer hipótesis, etc.” (Sarmiento y Tovar, 2007, p. 57). Además, dos de las principales ventajas del análisis documental son: “permite develar asuntos, conceptos e indicadores en el contenido del documento y en tanto haya rigor en seleccionar los documentos, la información es fiable y creíble” (Sarmiento y Tovar, 2007, p. 57).

Con la definición dada, es claro que la presente investigación es de tipo análisis documental y es *aplicada al currículo* debido a la naturaleza de los documentos que se analizan, ya que estos corresponden a los planes de estudio de diversas asignaturas del programa de Economía que se encuentran en el Proyecto Educativo del Programa (PEP), tanto en el planteado en el 2011 (PEP Antiguo) como el que se plantea en la reforma del 2022 (PEP Vigente).

Para desarrollar la investigación se han planteado las cinco fases, que se presentan en la *Figura 4*. Estas son: la problematización; la revisión de aspectos teóricos y conceptuales; la identificación y consecución de los documentos que serán tomados como datos; la reducción de datos y el análisis documental con base en las categorías de análisis.

#### **Figura 4.**

##### *Proceso Metodológico*



#### **4.1. Fase 1. Problematización**

En esta fase se llevó a cabo una búsqueda de antecedentes relacionados con la Educación Matemática y Económica, así como las conexiones de la Matemática con otras disciplinas. Esta revisión, junto con los diferentes trabajos realizados en esta línea y el semillero interinstitucional, ofrecen una visión sobre las complejidades y desafíos de las conexiones entre las Matemáticas y la Economía, la cual es fundamental para el planteamiento del problema y la formulación de la pregunta y el objetivo de la investigación. Lo encontrado y planteado en esta fase se presentó en los dos primeros capítulos de la investigación.

#### **4.2. Fase 2. Revisión de Aspectos Teóricos y Conceptuales**

Después del estudio de los antecedentes, se realizó una revisión documental con el propósito de dar fundamento teórico y conceptual a la investigación. En primer lugar, se examinó el programa de Economía para comprender su estructura, sus objetivos y la organización de las actividades académicas. En segundo lugar, se profundizó sobre las conexiones, con el objetivo de definir este término para la presente investigación y clasificar los tipos de conexiones que sirven como las categorías de análisis.

Además, se exploraron aspectos de la Educación Matemática, como las competencias matemáticas, los tipos de pensamiento matemático y los procesos generales de la actividad Matemática, utilizando como referencia los lineamientos curriculares y los estándares básicos de competencias propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (1998, 2006). Los resultados de esta fase se plasmaron en el tercer capítulo.

#### **4.3. Fase 3. Identificación y Consecución de Documentos**

Durante esta fase, que transcurrió de manera simultánea con la fase anterior, se realizó la identificación y recopilación de los documentos que son objeto de análisis. En primer lugar, se obtuvieron los Proyectos Educativos del Programa de Economía, en sus dos versiones (Antiguo y Vigente). Posteriormente, se extrajeron de estos PEP los planes de estudios de las asignaturas que se encuentran estrechamente relacionadas con la Matemática. Como resultado, se consiguieron ocho planes del PEP Antiguo y siete del PEP de la reforma (vigente), para un total de quince planes de estudio. En la *Tabla 1* se pueden observar los planes obtenidos.

**Tabla 1.***Planes de estudio obtenidos*

<b>Planes de estudio Obtenidos</b>	
<b>PEP Antiguo</b>	<b>PEP Reforma (Vigente)</b>
Matemática Económica I	Cálculo
Matemática Económica II	Cálculo Diferencial e Integral
Matemática Económica III	Optimización y Álgebra Lineal
Estadística Básica	Probabilidad y Estadística
Estadística Económica	
Econometría I	Econometría Básica
Econometría II	Econometría de series de tiempo
Seminario de Profundización en Econometría	Econometría Intermedia

Cabe mencionar que tanto los planes de estudio del PEP antiguo como los del vigente comparten la misma estructura y organización. Estos planes incluyen: justificación, propósito, competencias, contenidos, estrategias de enseñanza y aprendizaje, sistema de evaluación y bibliografía; estos elementos se tienen en cuenta para el análisis. Esta estructura se presenta en la *Tabla 2*, donde los espacios que presentan una “x” se completan con la respectiva información en cada asignatura.

**Tabla 2.**

*Estructura de los planes de estudio*

<b>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER ECONOMÍA</b>			
<b>Nombre de la actividad académica</b> x			
<b>Código</b> x		<b>Número de Créditos</b> x	
<b>INTENSIDAD HORARIA SEMANAL</b>			<b>Requisitos:</b> x
<b>HIP</b>		<b>HTI: x</b>	
<b>Teóricas: x</b>	<b>Prácticas: x</b>		
<b>JUSTIFICACIÓN</b> x			
<b>PROPÓSITO</b> x			
<b>COMPETENCIAS</b> x			
<b>CONTENIDOS</b> x			
<b>ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE</b> x			
<b>SISTEMA DE EVALUACIÓN</b>			
<b>Indicadores de aprendizaje:</b>		x	
<b>Estrategias de evaluación:</b>		x	
<b>Equivalencia cuantitativa:</b>		x	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> x			

#### 4.4. Fase 4. Reducción de Datos

Teniendo en cuenta que se contaba con 15 planes de estudio, se consideró necesario realizar una reducción de datos comparando los planes del PEP antiguo con el vigente, analizando principalmente los contenidos, competencias e indicadores que se encuentran en cada plan. Este análisis se presenta en la *Tabla 3* y *Tabla 4*. (los contenidos, competencias e indicadores se describen con más detalle en los *Apéndices*).

Esta comparación se realiza analizando las semejanzas y diferencias de los planes con base en las dos categorías de análisis, entendiendo las “observaciones curriculares” como la comparación de los elementos de la Educación Matemática, especialmente las competencias e indicadores de aprendizaje; y las “observaciones conceptuales” como la comparación de los ejes temáticos que aborda cada plan.

Para desarrollar la comparación, se seleccionaron las asignaturas consideradas “similares” entre el plan antiguo y el plan vigente. Para esto se analizaron los objetivos generales y las temáticas de los planes de estudio, seleccionando las asignaturas que comparten dichos elementos. De modo que se establecieron las siguientes correspondencias (como se plantearon en la *Tabla 1*): “Matemática Económica I” con “Cálculo”; “Matemática Económica II” con “Cálculo diferencial e integral”; “Matemática Económica III” con “Optimización y Álgebra Lineal”; “Estadística Básica” y “Estadística Económica” con “Probabilidad y Estadística”; “Econometría I” con “Econometría Básica”; “Econometría II” con “Econometría de Series de tiempo”; y finalmente “Seminario de Profundización en Econometría” con “Econometría Intermedia”.

**Tabla 3.**  
*Comparación Curricular*

Plan Antiguo		Plan Vigente		Observaciones Curriculares	
Nivel	Asignaturas	Nivel	Asignaturas	Semejanzas	Diferencias
1	Matemática Económica I	1	Cálculo	De manera general, las competencias e indicadores de ambos planes comparten los mismos objetivos.	El plan vigente organiza las competencias mediante los procesos (razonamiento, comunicación, procedimientos, etc..) y los indicadores son más específicos respecto a cada uno de los ejes temáticos.
2	Matemática Económica II	2	Cálculo diferencial e integral	Las competencias e indicadores de los dos planes tienen los mismos propósitos.	El plan vigente organiza las competencias mediante los procesos (razonamiento, comunicación, procedimientos, etc..) y los indicadores son más específicos respecto a cada uno de los ejes temáticos.
3	Matemática Económica III	3	Optimización y Álgebra lineal	De manera general, las competencias e indicadores de ambos planes comparten los mismos objetivos.	El plan vigente organiza las competencias mediante los procesos (razonamiento, comunicación, procedimientos, etc..) y los indicadores son más específicos respecto a cada uno de los ejes temáticos.
3	Estadística Básica	4	Probabilidad y Estadística	Los dos planes comparten competencias similares en estadística descriptiva e inferencial. Además, el plan vigente tiene los mismos indicadores que la asignatura de "Estadística Básica" del plan antiguo.	El plan antiguo amplía las competencias debido a que son dos asignaturas, adicionalmente, los indicadores tratados en "Estadística Económica" no son tratados en el plan vigente.
4	Estadística Económica				
5	Econometría I	5	Econometría Básica	En ambos planes se trabaja la habilidad de plantear y trabajar con diferentes modelos econométricos	El plan antiguo contiene una mayor cantidad de indicadores enfocadas en las diferentes temáticas; además, las competencias del plan antiguo se encuentran más enfocadas en herramientas teóricas.
6	Econometría II	6	Econometría de Series de Tiempo	Los dos planes trabajan competencias e indicadores enfocados en modelos econométricos y series de tiempo	Las competencias del plan antiguo se encuentran más enfocadas en herramientas teóricas, además, el plan vigente contiene indicadores y competencias más específicos hacia el planteamiento de modelos de series de tiempo en fenómenos económicos.
7 - 10	Seminario de Profundización en Econometría	7	Econometría Intermedia	Las competencias e indicadores tienen el mismo enfoque en los dos planes.	El plan vigente tiene una mayor cantidad de competencias y estas son más específicas. El plan antiguo tiene una mayor cantidad de indicadores.

**Tabla 4.**

*Comparación Conceptual*

Plan Antiguo		Plan Vigente		Observaciones Conceptuales	
Nivel	Asignaturas	Nivel	Asignaturas	Semejanzas	Diferencias
1	Matemática Económica I	1	Cálculo	Los contenidos comunes en ambos planes son: Recta, cónicas, funciones y relaciones.	Adicionalmente, en el plan antiguo se incluye: nivelación, matrices y sumatoria. En el Plan vigente se trabajan además los contenidos: cálculo diferencial de una variable y cálculo integral.
2	Matemática Económica II	2	Cálculo diferencial e integral	Los contenidos comunes son: derivadas parciales y funciones homogéneas.	En el plan antiguo se trabaja adicionalmente: límites y derivadas, integrales, funciones exponenciales y logarítmicas. El plan vigente además incluye: funciones de dos o más variables, sistemas de ecuaciones lineales, matrices.
3	Matemática Económica III	3	Optimización y Álgebra lineal	Los contenidos comunes son: Ecuaciones diferenciales ordinarias, ecuaciones en diferencias finitas.	El plan antiguo contiene también: planteamiento de modelos económicos en programación lineal y nociones de topología. En el plan vigente se adiciona: optimización de funciones de varias variables y conjuntos convexos.
3	Estadística Básica	4	Probabilidad y Estadística	Los contenidos comunes son: Introducción a la estadística y al muestreo, elementos de probabilidad, variables aleatorias, inferencias.	En el plan antiguo, en la asignatura de estadística económica, se incluye: Análisis bivariados, Análisis de varianza, Estadística Multivariada.
4	Estadística Económica				El plan vigente no contiene temáticas adicionales a las comunes entre los planes
5	Econometría I	5	Econometría Básica	Los contenidos comunes son: Sesgos de especificación y multicolinealidad, Heteroscedasticidad, Autocorrelación.	En el plan antiguo se incluye también: modelos econométricos y contrastes de Hipótesis y Previsión. En el plan vigente adicionalmente se trabajan: Modelos de regresión y variables cualitativas.
6	Econometría II	6	Econometría de Series de Tiempo	Los contenidos comunes son: Series de tiempo deterministas, series de tiempo estocásticas estacionales y no estacionales.	El plan antiguo aborda también: modelos de ecuaciones simultáneas. En el plan vigente se desarrollan adicionalmente: modelos de series de tiempo estocásticos multivariantes, distribuciones leptocúrticas.
7 - 10	Seminario de Profundización en Econometría	7	Econometría Intermedia	Los contenidos comunes son: estimación con variables instrumentales y mínimos cuadrados, modelos de datos de panel, modelos de ecuaciones simultáneas.	Adicionalmente, en el plan antiguo se abordan: regresores estocásticos en el modelo lineal general. El plan vigente incorpora: los modelos de regresión cuantílica. Una temática ausente en el plan antiguo.

Luego de analizar y comparar los planes de estudios del PEP Antiguo y el Vigente, se observa que la principal diferencia radica en la forma en que se encuentran organizados y en cómo se distribuyen las asignaturas a lo largo de la carrera. No obstante, mantienen una gran similitud en los contenidos abordados en las asignaturas. Asimismo, en cuanto a la estructura curricular, se aprecia en el plan vigente una profundización y ampliación de las competencias e indicadores de aprendizaje, ajustándolos de forma más específica en relación con los contenidos.

Considerando que la nueva reforma inició su implementación en el primer semestre de 2024, y dado que no existen diferencias radicales con el plan anterior, se determinó conveniente enfocar el análisis documental en las siete asignaturas que componen el plan actual. De este modo se obtiene una muestra representativa para analizar y explorar sus conexiones con la Matemática, reduciendo a la mitad el número de cursos.

#### **4.5. Fase 5. Análisis**

A partir de los 7 planes de estudio seleccionados en la fase anterior, se realiza un análisis detallado con el objetivo de identificar las conexiones curriculares y conceptuales que existen entre la Matemática y la Economía (de acuerdo con lo definido en el *apartado 3.2*), de manera coherente y precisa para obtener una visión de cómo ambas disciplinas se relacionan en el contexto del Programa de Economía de la Universidad Industrial de Santander. Este análisis se detalla en el quinto capítulo.

## 5. Análisis Documental

El análisis se lleva a cabo mediante dos fases. En la primera se analizan las conexiones curriculares, y en la segunda las conexiones conceptuales, teniendo en cuenta las subcategorías establecidas previamente. Además, es importante considerar las demás materias incluidas en el programa de Economía, por esto, en la *Tabla 5* se presentan otras asignaturas.

**Tabla 5.**

*Otras Asignaturas del Programa de Economía*

Nivel Académico	Asignaturas
1	Fundamentos de Economía
	Economía Colombiana
	Laboratorio de Economía I
2	Microeconomía I
	Historia del Pensamiento Económico I
3	Microeconomía II
	Macroeconomía I
	Laboratorio de Economía II
	Historia del Pensamiento Económico II
4	Microeconomía III
	Macroeconomía II
5	Macroeconomía III
	Laboratorio de Economía III
	Historia Económica de Colombia
	Técnica Profesional I
6	Desarrollo Económico
	Economía Política
	Técnica Profesional II
7	Laboratorio de Economía IV
	Economía y Política Internacional
	Electivas en Economía
8	Electivas en Economía
9	Electivas en Economía
	Seminario de investigación

### 5.1. Conexiones Curriculares

Se analizan las conexiones curriculares a través de las 4 subcategorías: competencias matemáticas, indicadores de aprendizaje, pensamientos y procesos generales y estrategias de enseñanza y de aprendizaje. Es importante mencionar que este análisis se realiza de manera

general, es decir, las conexiones se identifican a partir de la redacción de los diferentes elementos que se analizan.

### **5.1.1. Competencias Matemáticas**

Para el análisis de las Competencias Matemáticas se elaboró la tabla presente en la *Figura 5*. Esto permitió la comparación y descripción más detallada de las conexiones identificadas. En esta tabla, las competencias que muestran una conexión con situaciones económicas están resaltadas en color verde, mientras que aquellas que no presentan tales conexiones se resaltan en naranja.

#### **5.1.1.1. Cálculo; Cálculo Diferencial e Integral; y Optimización y Álgebra lineal**

En estas asignaturas se plantean las mismas seis competencias enfocadas en los diferentes procesos matemáticos. Sin embargo, estas competencias están orientadas exclusivamente hacia aspectos matemáticos, sin considerar su aplicación en el contexto económico. Esto se evidencia en las 3 primeras columnas de la tabla. Por ejemplo, la competencia de la *fila 6* establece la “*capacidad para movilizar un conjunto de recursos con el fin de plantear y resolver problemas*”; no obstante, no se especifican los tipos de problemas que abarca, lo que dificulta la comprensión de los contextos específicos o temáticas particulares involucradas.

Otra situación similar se produce en la competencia de la *fila 4*, que hace referencia a la “*capacidad para usar y realizar diversos procesos de cálculo, de forma secuenciada y sistemática, interpretando los resultados obtenidos*”, allí no se aclara que tipo de situaciones generan dichos resultados ni en que contextos se aplican los procesos de cálculo. Esta tendencia se observa en todas las competencias, lo que destaca la importancia de mejorar tanto la claridad como la profundidad de las mismas.

**Figura 5.**

*Competencias Matemáticas*

Cálculo	Cálculo diferencial e Integral	Optimización y Álgebra lineal	Probabilidad y Estadística	Econometría Básica	Econometría de Series de Tiempo	Econometría Intermedia
<p><b>Razonamiento Matemático:</b> Capacidad para generar e interpretar información matemática para obtener conclusiones.</p>			<p><b>Competencias Cognitivas</b></p>	<p><b>Competencias Cognitivas</b></p>	<p><b>Competencias Cognitivas</b></p>	<p><b>Competencias Cognitivas</b></p>
			<p>Identifica estructuras de datos y tipos de variables.</p> <p>Organiza y analiza información en forma útil haciendo uso de tablas, gráficos y medidas de resumen adecuadas.</p>	<p>Realiza predicciones de comportamientos de las principales variables económicas.</p>	<p>Plantear, estimar y evaluar modelos que permitan analizar la estructura interna de las series de tiempo y comprender su proceso generador de datos, a fin de pronosticar comportamientos futuros, modelar ciclos económicos, estimar la volatilidad de las series y mejorar la estimación de los modelos de regresión, entre otros.</p>	<p>Modela variables explicativas cualitativas.</p>
<p><b>Comunicación Matemática:</b> Capacidad para utilizar el lenguaje matemático como herramienta de comunicación que permita interpretar, comprender, construir y comunicar el conocimiento matemático.</p>			<p>Conoce los elementos básicos de probabilidad, así como las distribuciones de probabilidad más utilizadas en inferencia estadística.</p>	<p>Fundamenta la toma de decisiones para la solución de problemas propios del área y evalúa el impacto de dichas decisiones, así como de políticas, planes y programas, a partir de modelos de regresión para variables dependientes continuas.</p>	<p>Define el comportamiento determinístico de una ST.</p>	<p>Ajusta modelos de regresión basados en la mediana.</p>
			<p>Calcula intervalos de confianza y realizar prueba de hipótesis formulando conclusiones en términos del contexto de análisis.</p>			<p>Considera estructuras de datos que incorporen tanto dimensión espacial como temporal.</p>
			<p>Maneja algunos programas estadísticos.</p>			
<p><b>Procedimientos y Algoritmos matemáticos:</b> Capacidad para usar y realizar diversos procesos de cálculo, de forma secuenciada y sistemática, interpretando los resultados obtenidos.</p>			<p><b>Competencias Procedimentales</b></p>	<p><b>Competencias Procedimentales</b></p>	<p><b>Competencias Procedimentales</b></p>	<p><b>Competencias Procedimentales</b></p>
			<p>Domina algunos términos estadísticos básicos.</p>	<p>Relaciona conceptos económicos, matemáticos y estadísticos.</p>	<p>Define el comportamiento determinístico de una ST.</p>	<p>Comprende y construye variables cualitativas.</p>
			<p>Reconoce tipos de variables, estructuras de datos y escalas de medición.</p>	<p>Estima parámetros a través de estimadores puntuales y de intervalos de confianza.</p>	<p>Maneja las distintas técnicas de suavización y filtros.</p>	<p>Interpreta resultados de los modelos de regresión de respuesta cualitativa, incluye efectos marginales.</p>
<p><b>Construcción de Modelos:</b> Capacidad para traducir una situación de un contexto particular a un modelo matemático para analizarla y solucionarla.</p>			<p>Organiza e interpreta información en forma útil haciendo uso de los elementos de la estadística descriptiva.</p>	<p>Interpreta los resultados obtenidos y evalúa la bondad de ajuste del modelo.</p>	<p>Identifica la estructura de ST estocásticas y sus características particulares.</p>	<p>Identifica el enfoque de estimación del modelo a usar a partir de la estructura de datos.</p>
			<p>Estima y analiza medidas descriptivas básicas.</p>	<p>Maneja software estadístico específico.</p>	<p>Diferencia las razones que originan los procesos estocásticos relevantes.</p>	<p>Ajusta modelos de ecuaciones simultáneas e interpreta sus resultados.</p>
<p><b>Planteamiento y solución de problemas:</b> Capacidad para movilizar un conjunto de recursos con el fin de plantear y resolver problemas.</p>			<p>Reconoce de las propiedades de las distribuciones de probabilidad más importantes para variables continuas y discretas.</p>	<p>Domina los métodos para detectar problemas de violación de supuestos.</p>	<p>Lleva a cabo pruebas para detectar componente ARCH.</p>	<p>Diferencia entre regresiones basadas en la media y regresiones basadas en la mediana.</p>
			<p>Efectúa análisis de inferencia estadística.</p>	<p>Identifica las posibles causas de las violaciones de los supuestos del modelo y entiende los alcances de las soluciones que propone.</p>	<p>Reconoce las limitaciones de los modelos ARIMA para modelar series heterocedásticas.</p>	<p>Identifica fuentes de información con estructura de datos panel.</p>
<p><b>Representación:</b> Capacidad para utilizar diferentes registros de representación (verbal, gráfico, simbólico) a partir de transformaciones dentro del mismo registro o entre diversos registros.</p>			<p>Realiza estimaciones puntuales y por intervalos.</p>	<p>Comprende el planteamiento de los modelos de regresión logística y probabilística para estimar variables dependientes dicotómicas.</p>	<p>Estima modelos de corrección de error.</p>	<p>Ajusta modelos de regresión de efectos fijos y efectos aleatorios.</p>
			<p>Realiza pruebas de hipótesis. Prueba diferencias de medias entre dos y más muestras.</p>		<p>Plantea y ajusta modelos VAR.</p>	<p>Interpreta resultados numéricos y gráficos de regresión cuantílica.</p>
				<p>Maneja software estadístico específico.</p>	<p>Maneja software estadístico específico.</p>	

Esta integración de asignaturas enriquece la formación interdisciplinaria, permitiendo una mejor comprensión de la aplicabilidad de los conceptos matemáticos en contextos económicos. Además, facilita la profundización en la relación de estos campos del conocimiento y permite centrarse en las temáticas correspondientes para una mejor preparación de los estudiantes.

### **5.1.1.2. Probabilidad y Estadística**

En esta asignatura no se encuentra ninguna competencia directamente vinculada con aspectos económicos, todas están enfocadas en las habilidades Matemáticas. Por ejemplo, se encuentran las competencias cognitivas como la de la columna 4, *fila 3*, que establece la capacidad de “*Identificar estructuras de datos y tipos de variables*”, allí no se aclara qué tipos de datos o variables aborda. De manera similar en la *fila 5*, columna 4, se indica “*conocer los elementos básicos de probabilidad, así como las distribuciones de probabilidad más utilizadas en inferencia estadística*”, pero no se aclara sobre qué tipo de datos realizan la inferencia ni cómo esos elementos básicos se relacionan con situaciones económicas.

Además, las competencias procedimentales se centran en procesos matemáticos. Por ejemplo, en la *fila 11* se menciona la competencia de “*organizar e interpretar información en forma útil haciendo uso de los elementos de la estadística descriptiva*”, pero no se especifica qué tipo de información o de qué contexto se trata. De igual manera, en la *fila 15* se indica “*realizar estimaciones puntuales y por intervalos*”, pero no se aclara sobre qué datos se realizan estas estimaciones ni en qué contextos económicos particulares se pueden aplicar.

En este nivel académico se encuentran asignaturas como “Microeconomía III” y “Macroeconomía II”, con las cuales podría establecerse una mejor conexión para enfocar los procesos estadísticos planteados y lograr así una mayor integración entre estas disciplinas.

### 5.1.1.3. Econometría Básica

En esta materia se observa una mejor conexión con aspectos económicos en dos competencias cognitivas y una competencia procedimental. Puntualmente, las competencias de la *fila 3*, columna 5, que establece “*realizar predicciones de comportamientos de las principales variables económicas*”; la competencia de la *fila 4*, columna 5, que indica “*Fundamentar la toma de decisiones para la solución de problemas propios del área y evaluar el impacto de dichas decisiones, así como de políticas, planes y programas, a partir de modelos de regresión para variables dependientes continuas*”; y la competencia de la *fila 6* que señala “*relacionar conceptos económicos, matemáticos y estadísticos*”. Como se evidencia, estas competencias plantean directamente la integración de aspectos económicos.

Sin embargo, las demás competencias procedimentales se centran en aspectos matemáticos. Por ejemplo, la competencia de la columna 5, *fila 8*, se refiere a “*Interpretar los resultados obtenidos y evaluar la bondad de ajuste del modelo*”; o la competencia en la *fila 11*, que establece “*identificar las posibles causas de las violaciones de los supuestos del modelo y entender los alcances de las soluciones que propone*”; en estas competencias no hay claridad sobre qué tipo de modelos se están trabajando. Por lo tanto, es necesario profundizar en estas competencias para garantizar una mayor especificidad en el contexto económico.

En este nivel académico, las asignaturas con las que se puede relacionar Econometría Básica son “Macroeconomía III”, “Laboratorio de Economía III”, “Historia Económica de Colombia” y “Técnica Profesional I”. Por lo tanto, existe una amplia variedad de asignaturas que pueden contribuir a una mejor conexión entre esta disciplina y el contexto económico.

#### **5.1.1.4. Econometría de Series de Tiempo**

Para esta asignatura se identifica que la competencia cognitiva planteada está relacionada con el contexto económico. Esta competencia se encuentra en la columna 6, *fila 3*, que establece “*plantear, estimar y evaluar modelos que permitan analizar la estructura interna de las series de tiempo y comprender su proceso generador de datos, a fin de pronosticar comportamientos futuros, modelar ciclos económicos, estimar la volatilidad de las series y mejorar la estimación de los modelos de regresión, entre otros*”. Allí se evidencia una conexión con aspectos económicos, aunque se puede especificar más este vínculo.

Sin embargo, las competencias procedimentales presentan limitaciones, ya que se centran exclusivamente en aspectos matemáticos. Como se puede apreciar en la competencia de la columna 6, *fila 5*, que refiere a la capacidad de “*definir el comportamiento determinístico de una Serie de Tiempo (ST)*”; la competencia de la *fila 7*, que establece “*identificar la estructura de ST estocásticas y sus características particulares*” o la de la *fila 11* que plantea “*estimar modelos de corrección de error*”. Tanto en estos ejemplos como en las demás competencias se aborda un enfoque matemático sin especificar su aplicación en contextos económicos.

Para enriquecer la conexión con la Economía, esta materia se puede relacionar con “Desarrollo Económico”, “Economía Política” y “Técnica Profesional II”, aprovechando los contenidos que ofrecen estas asignaturas del mismo nivel académico.

#### **5.1.1.5. Econometría Intermedia**

Finalmente, en esta última asignatura no se encuentran competencias relacionadas con aspectos económicos, ya que se enfocan únicamente en la Matemática. Por ejemplo, las competencias cognitivas de la columna 7, *fila 3*, *fila 4* y *fila 5*, que puntualmente establecen

“*modelar variables explicativas cualitativas*”; “*ajustar modelos de regresión basados en la mediana*” y “*Considerar estructuras de datos que incorporen tanto dimensión espacial como temporal*”. Estas competencias no mencionan variables económicas, contextos de aplicación ni aspectos económicos puntuales.

Asimismo, las competencias procedimentales se limitan únicamente a procesos matemáticos, como se evidencia en la competencia de la columna 7, *fila 7*, que indica “*comprender y construir variables cualitativas*”; la de la *fila 10*, que establece “*diferenciar entre regresiones basadas en la media y regresiones basadas en la mediana*” o la de la *fila 13* que plantea “*interpretar resultados numéricos y gráficos de regresión cuantílica*”. En estas competencias tampoco se especifica ningún elemento económico de manera puntual, lo que resalta la necesidad de establecer una conexión más sólida con contextos económicos.

Para mejorar esta conexión, se puede relacionar con asignaturas como “laboratorio de Economía IV”, “Economía y Política Internacional” y electivas en Economía. Estas asignaturas podrían facilitar la integración de las competencias de Econometría Intermedia con aspectos económicos más específicos, fortaleciendo así la relación entre ambas áreas de conocimiento.

### ***5.1.2. Indicadores de Aprendizaje***

Para evaluar los indicadores de aprendizaje se elaboró la tabla que se observa en la *Figura 6*, la cual presenta detalladamente estos indicadores para cada una de las asignaturas. Al igual que con las competencias, se destacan en color verde aquellos indicadores que presentan conexiones con situaciones económicas y en color naranja los que no.

**Figura 6.**

*Indicadores de Aprendizaje*

Cálculo	Cálculo diferencial	Optimización y Álgebra lineal	Probabilidad y Estadística	Econometría Básica	Econometría de Series de Tiempo	Econometría Intermedia
Comprende los conceptos y el lenguaje matemático para traducir una situación particular a un modelo matemático.	Comprende el uso de la derivada y su aplicación en la Economía.	Aplica las herramientas matemáticas para resolver problemas de optimización restringida y problemas dinámicos.	Dada una muestra de datos, realiza un análisis descriptivo de ésta que es presentado en forma oral y escrita.	Idoneidad del modelo de regresión planteado e interpretación de los resultados.	Conoce e interpreta modelos determinísticos de series de tiempo planteados.	Idoneidad y pertinencia de los modelos de datos panel ajustados.
Desarrolla funciones y procedimientos con algoritmos matemáticos con el fin de plantear y resolver problemas.	Conoce y maneja las propiedades de los vectores y valores propios y sus aplicaciones.	Resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden con coeficientes constantes.				
Entiende el concepto y las propiedades de la derivada y la integral.	Resuelve y soluciona sistemas de ecuaciones lineales y su representación matricial.	Obtiene nuevas funciones a partir de otras funciones dadas.	Analiza e interpreta información cuantitativa presente en los medios de comunicación, documentos oficiales, artículos y reportes de investigación.	Capacidad para llevar a cabo pruebas de significancia individual y conjunta.	Conoce e interpreta modelos estocásticos de series de tiempo uniecuacionales planteados y ajustados.	Idoneidad y pertinencia de los modelos de respuesta cualitativa ajustados.
Utiliza los métodos para derivar e integrar y realiza aplicaciones económicas.						
Resuelve problemas y ejercicios con límites en situaciones de carácter económico.	Clasifica matrices y aplicaciones lineales según diversos criterios.	Utiliza las funciones para resolver problemas de aplicación en diferentes contextos.	Resuelve problemas que involucran cálculo de probabilidades y el uso de los elementos de probabilidad estudiados.			
Calcula e interpreta máximos y mínimos locales y globales.	Obtiene nuevas funciones a partir de otras funciones dadas.					
Reconoce los objetivos del razonamiento matemático, para interpretar información y obtener conclusiones.	Utiliza las funciones para resolver problemas de aplicación en diferentes contextos.	Maneja las matrices para la representación de datos y sabe operar con ellas.	Calcula e interpreta intervalos de confianza con una y dos muestras.	Capacidad para detectar y resolver problemas de violación de supuestos.	Plantea y ajusta modelos de series de tiempo multiecuacionales.	Idoneidad y pertinencia de los modelos de regresión cuantitativa ajustados.
Interpreta datos y gráficos para exponer información matemática.			Desarrolla procedimientos de prueba de hipótesis con y sin ayuda de software, formula las conclusiones en términos del contexto de trabajo.			Idoneidad y pertinencia de las modelos de ecuaciones simultáneas.
Distingue con claridad el alcance de las matemáticas en la solución de problemas económicos.	Dispone de criterios para abordar la solución de problemas matemáticos.	Dispone de criterios para abordar la solución de problemas matemáticos.				

### 5.1.2.1. Cálculo

En esta asignatura se encuentran tres indicadores, de los nueve en total, que se relacionan con aspectos económicos, estos se encuentran en la columna 1, en la *fila 5*, *fila 6* y *fila 10* de la tabla. Específicamente estos indicadores son: “*utiliza los métodos para derivar e integrar y realiza aplicaciones económicas*”, “*resuelve problemas y ejercicios con límites en situaciones de carácter económico*” y “*distingue con claridad el alcance de las matemáticas en la solución de problemas económicos*”. En estos indicadores se destaca la aplicación de la Matemática en contextos económicos.

Sin embargo, los demás indicadores se centran en aspectos matemáticos. Por ejemplo, el indicador de la columna 1, *fila 2*, plantea “*comprende los conceptos y el lenguaje matemático para traducir una situación particular a un modelo matemático*”; sin especificar qué tipo de situaciones busca traducir. Otro ejemplo es el indicador de la *fila 4*, “*entiende el concepto y las propiedades de la derivada y la integral*”; que se enfoca en la comprensión matemática de los conceptos, pero no en su aplicación económica. Esto ocurre en todos los demás indicadores, se enfocan en conceptos, propiedades, procedimientos y elementos matemáticos, pero no se identifica una conexión puntual con situaciones económicas.

Por lo tanto, es necesario que los indicadores de aprendizaje se enfoquen más en la aplicabilidad en situaciones económicas. Es importante proporcionar una descripción más detallada de los contenidos económicos que se pueden abordar, ya que esto contribuye a comprender mejor el alcance de la relación entre la Matemática y la Economía. Además, ayuda a clarificar las capacidades que los estudiantes deben desarrollar y el uso que deben darle a la Matemática en este nivel académico.

### 5.1.2.2. Cálculo diferencial e Integral

En esta asignatura se encuentra un solo indicador en donde se identifica una conexión puntual con la Economía. Este se encuentra en la columna 2, *fila 2*, que establece lo siguiente: “*comprende el uso de la derivada y su aplicación en la Economía*”. Este indicador, como se puede evidenciar, busca que los estudiantes comprendan la aplicación de las derivadas en el contexto económico.

Sin embargo, los demás indicadores propuestos se enfocan en evaluar la capacidad de los estudiantes para resolver y aplicar procesos matemáticos, sin considerar su aplicación en la Economía. Por ejemplo, en la columna 2, *fila 4*, se encuentra el indicador “*resuelve y soluciona sistemas de ecuaciones lineales y su representación matricial*”, el cual solo evalúa la habilidad para resolver sistemas lineales sin considerar su aplicación en contextos económicos.

Otro ejemplo se presenta en la *fila 6*, con el indicador “*obtiene nuevas funciones a partir de otras funciones dadas*” que no especifica la capacidad de identificar funciones en contextos económicos. Además, en la *fila 7*, con el indicador “*utiliza las funciones para resolver problemas de aplicación en diferentes contextos*”, tampoco se aclara problemas de qué contextos se busca resolver. Estos son algunos ejemplos de indicadores que evidencian un enfoque en la comprensión y uso de elementos matemáticos sin considerar su aplicación en situaciones económicas. En general, esto ocurre en todos los demás indicadores.

Es importante destacar que, si bien la evaluación de las capacidades matemáticas es esencial, también es fundamental fortalecer la relación entre los contenidos económicos y matemáticos, dado que esta asignatura forma parte del programa de Economía.

### 5.1.2.3. Optimización y Álgebra lineal

En esta materia no se encuentra una conexión directa con la Economía en ninguno de los indicadores de aprendizaje. Considerando algunos ejemplos, en la columna 3, *fila 2*, se encuentra el indicador “*aplica las herramientas matemáticas para resolver problemas de optimización restringida y problemas dinámicos*”; pero no se da la claridad sobre el contexto específico de los problemas que se busca resolver. Otro ejemplo de esto se evidencia en la *fila 3* con el indicador “*resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden con coeficientes constantes*”; que no aclara en qué situaciones o contextos se aplican estos sistemas de ecuaciones ni de qué problemas pueden surgir.

Otros ejemplos los podemos ver en la *fila 6*, con el indicador “*maneja las matrices para la representación de datos y sabe operar con ellas*”, en donde no se aclara de que contextos pueden surgir esas matrices o donde se puede aplicar; o en la *fila 7* con el indicador “*dispone de criterios para abordar la solución de problemas matemáticos*”, que se enfoca en problemas matemáticos, pero no en contextos económicos. Esta falta de conexión se da en todos los indicadores, lo que evidencia la necesidad de enfocar mejor estos mismos en contextos o situaciones económicas.

### 5.1.2.4. Probabilidad y Estadística

En esta asignatura tampoco se evidencian conexiones directas con la Economía en ninguno de los cinco indicadores de aprendizaje. En la columna 4, *fila 2*, se observa el indicador “*dada una muestra de datos, realiza un análisis descriptivo de ésta que es presentado en forma oral y escrita*”; que no aclara qué tipo de datos se manejan ni en qué contexto se trabajan. En la *fila 3*, se encuentra el indicador “*analiza e interpreta información cuantitativa presente en los medios de comunicación, documentos oficiales, artículos y reportes de investigación*”; que igualmente, no especifica qué tipo de información se busca analizar.

Además, en la *fila 4*, *fila 5* y *fila 6* se encuentran los indicadores “*resuelve problemas que involucran cálculo de probabilidades y el uso de los elementos de probabilidad estudiados*”; “*calcula e interpreta intervalos de confianza con una y dos muestras*” y “*desarrolla procedimientos de prueba de hipótesis con y sin ayuda de software, formula las conclusiones en términos del contexto de trabajo*” respectivamente. Estos indicadores no aclaran los tipos de problemas se buscan resolver, los tipos de datos que se analizan y tampoco especifican los contextos económicos.

Como se puede observar, estos indicadores están enfocados exclusivamente en aspectos matemáticos y estadísticos. Es importante profundizar en la importancia y la aplicabilidad de estos indicadores en el contexto económico. Además, es esencial que los estudiantes comprendan cómo estos conceptos se relacionan con la Economía, para así lograr una formación más completa en su carrera profesional.

#### **5.1.2.5. Econometría Básica**

Los tres indicadores de aprendizaje que se encuentran en esta materia carecen de conexión con el contexto económico. En la columna 5, *fila 2*, se puede encontrar el indicador “*idoneidad del modelo de regresión planteado e interpretación de los resultados*”; sin embargo, este no aclara en qué situaciones se utiliza ese modelo o en qué tipos de problemas. En la *fila 3*, en el indicador “*capacidad para llevar a cabo pruebas de significancia individual y conjunta*”; tampoco se aclara el contexto en el que se aplica. De igual manera, en la *fila 4*, el indicador “*capacidad para detectar y resolver problemas de violación de supuestos*”; no aclara qué tipo de problemas se plantean resolver ni en qué contextos. Por lo tanto, es necesario proporcionar una descripción más detallada de estos indicadores y su relación con situaciones económicas.

### 5.1.2.6. Econometría de Series de Tiempo

Los tres indicadores establecidos en esta asignatura no presentan conexiones sólidas con la Economía. Estos indicadores se encuentran en la columna 6. En la *fila 2* se plantea el indicador “*conoce e interpreta modelos determinísticos de series de tiempo planteados*”; que no explora ningún tipo de contexto económico ni profundiza sobre su aplicación en dicho ámbito. En la *fila 3* se encuentra el indicador “*conoce e interpreta modelos estocásticos de series de tiempo uniecuacionales planteados y ajustados*”; que tampoco aborda aspectos económicos. Finalmente, en la *fila 4* se encuentra el indicador “*plantea y ajusta modelos de series de tiempo multiecuacionales*”; que no aclara el uso de esos modelos en el contexto económico.

Como se observa, la asignatura tiene pocos indicadores y su enfoque está en el manejo de series de tiempo, sin destacar su relevancia ni su aplicación en el ámbito económico.

### 5.1.2.7. Econometría Intermedia

Finalmente, en esta materia, tampoco se evidencian conexiones con aspectos económicos. Los indicadores de la columna 7 no establecen vínculos con algún elemento económico específico. En la *fila 2*, se plantea el indicador “*idoneidad y pertinencia de los modelos de datos panel ajustados*”; en la *fila 3*, el indicador “*idoneidad y pertinencia de los modelos de respuesta cualitativa ajustados*”; en la *fila 4*, el indicador “*idoneidad y pertinencia de los modelos de regresión cuantílica ajustados*” y finalmente, en la *fila 5*, el indicador “*idoneidad y pertinencia de los modelos de ecuaciones simultáneas*”.

Se infiere que, estos indicadores buscan evaluar la capacidad de los estudiantes para determinar qué modelos son adecuados y pertinentes, pero no especifican en qué situaciones o con qué objetivos podrían aplicarse estos modelos en el ámbito económico. Esto es importante porque

los indicadores deberían evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar estos conocimientos matemáticos en contextos económicos concretos.

Una vez analizadas las competencias y los indicadores de aprendizaje se identifican los pensamientos y los procesos generales presentes en las diferentes asignaturas, con la finalidad de determinar los enfoques principales en dichas materias.

### 5.1.3. *Pensamientos y Procesos Generales*

En este apartado se analizan los pensamientos y procesos generales abordados en estas asignaturas. Estos elementos se extraen a partir del análisis las competencias y los indicadores de aprendizaje de cada asignatura y se presentan en la *Tabla 6*.

**Tabla 6.**

*Pensamientos y Procesos*

Cálculo, Cálculo Diferencial e Integral, y Optimización y Álgebra lineal	Probabilidad y Estadística	Econometría Básica, Econometría Series de Tiempo y Econometría Intermedia
<b>Pensamientos</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pensamiento Numérico</li> <li>▪ Pensamiento Variacional</li> <li>▪ Pensamiento Espacial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pensamiento Aleatorio</li> <li>▪ Pensamiento Numérico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pensamiento Aleatorio</li> <li>▪ Pensamiento Numérico</li> <li>▪ Pensamiento Variacional</li> </ul>
<b>Procesos Generales</b>		

En todas las asignaturas se desarrollan todos los procesos generales

#### 5.1.3.1. **Cálculo; Cálculo Diferencial e Integral; y Optimización y Álgebra lineal**

Al analizar las competencias y los indicadores de aprendizaje de estas asignaturas, se puede concluir que se establece un enfoque en desarrollar los cinco procesos generales. Esto se evidencia en la distribución de las competencias, pues se encuentran organizadas en los procesos, como se

observa en la *Figura 5*. Además, se da prioridad a los pensamientos numérico, espacial y variacional, que son fundamentales para el dominio de estas asignaturas.

### **5.1.3.2. Probabilidad y Estadística**

En esta asignatura se evidencia que las competencias e indicadores también buscan desarrollar los cinco procesos generales. Esto se observa en las competencias e indicadores que buscan la resolución de problemas que involucran conceptos estadísticos, la necesidad de comunicar los análisis estadísticos, el desarrollo de procedimientos de diferentes pruebas, entre otros. Además, se enfoca en el desarrollo de los pensamientos aleatorio y numérico principalmente.

### **5.1.3.3. Econometría Básica; Econometría Series de Tiempo y Econometría Intermedia**

En estas tres asignaturas también se evidencia el desarrollo de los cinco procesos generales. Se destacan indicadores y competencias que buscan la modelación de situaciones, la resolución de problemas variados, la interpretación de diversas situaciones, la ejercitación de procedimientos econométricos, entre otros. Además, se desarrollan primordialmente los pensamientos aleatorio, numérico y variacional.

### **5.1.4. Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje**

En este apartado se describen las estrategias de enseñanza y de aprendizaje planteadas para cada asignatura y se realiza un análisis de las mismas en relación con las competencias e indicadores de aprendizaje. Para ello, se establece la *Tabla 7*, en donde se presentan textualmente las estrategias planteadas en estas asignaturas.

**Tabla 7.**

*Estrategias de Enseñanza y Aprendizaje*

<b>Cálculo, Cálculo Diferencial e Integral, y Optimización y Álgebra lineal</b>	<b>Probabilidad y Estadística</b>	<b>Econometría Básica, Econometría Series de Tiempo y Econometría Intermedia</b>
<p>Se asume una pedagogía basada en la resolución de problemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La idea, al menos, para introducir los temas conceptuales y generar la necesidad de resultados teóricos, es iniciar con el planteamiento de un problema en contexto que motive a los estudiantes a buscar su solución dando lugar a las necesidades teóricas que se quieren enseñar.</li> <li>• Trabajo en grupos pequeños con puesta en común con todo el grupo.</li> <li>• Se asignarán actividades tarea que el estudiante debe realizar antes de asistir a clase y sobre ellas se fundamentará la exposición del profesor.</li> </ul>	<p>El curso es orientado a través de un enfoque de resolución de problemas y atendiendo a las nuevas tendencias en Educación estadística. Estos dos componentes serán tenidos en cuenta en la planeación de las diferentes actividades previstas a desarrollar como son: clase magistral, exposiciones, solución de talleres, prácticas con software especializado y recursos electrónicos disponibles en Internet, elaboración de al menos un proyecto que involucre el trabajo con datos reales que deberán ser obtenidos experimentalmente o vía simulación, revisión de artículos científicos y material bibliográfico seleccionado.</p>	<p>Enseñanza analógica o comparativa, que propicia el debate cognitivo y estimula la investigación, así como el método deductivo que estimula la investigación. Para ello, se recurre a estrategias como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clases expositivas. Demostraciones.</li> <li>• Ejercicios prácticos. Debate de ideas sobre lo ejercitado. Estudios de casos, mapas conceptuales, organizadores gráficos. Manejo de paquetes econométricos.</li> <li>• Asignación de lecturas referidas tanto a bases teóricas como a aplicación de estos modelos, generalmente trabajos de investigación realizados y aplicados a nuestro diario vivir.</li> </ul>

**5.1.4.1. Cálculo, Cálculo Diferencial e Integral, y Optimización y Álgebra lineal**

Para el desarrollo de estas asignaturas, se propone una metodología centrada en la resolución de problemas, lo cual es esencial para vincular los conceptos matemáticos con situaciones prácticas. Sin embargo, es fundamental que estos problemas estén contextualizados en escenarios económicos pertinentes y útiles para los estudiantes.

Además, la introducción de los conceptos y fundamentos teóricos mediante la presentación de problemas contextualizados requiere de una cuidadosa selección de los problemas para garantizar su aplicación económica. Asimismo, el trabajo en grupos pequeños y la asignación de tareas previas a las clases son elementos que promueven la colaboración y el compromiso de los estudiantes con el proceso de aprendizaje.

#### **5.1.4.2. Probabilidad y Estadística**

Las estrategias planteadas en este curso se orientan en la resolución de problemas, buscando atender a las nuevas tendencias en educación estadística. Además, se contempla la realización de clases magistrales, presentaciones de los estudiantes, la implementación de talleres, prácticas con software especializado y el uso de recursos electrónicos disponibles en Internet. Es importante que estas estrategias estén relacionadas con situaciones económicas, para asegurar la relevancia y aplicabilidad de los conocimientos adquiridos.

También se propone la elaboración de al menos un proyecto que incluya el manejo de datos reales, así como la revisión de artículos científicos y material bibliográfico seleccionado. Sin embargo, es importante que estos datos estén relacionados con situaciones económicas y que se reflejen en las competencias e indicadores para mantener la coherencia del curso.

#### **5.1.4.3. Econometría Básica, Econometría Series de Tiempo y Econometría Intermedia**

En estas asignaturas se emplean estrategias como clases expositivas, demostraciones, ejercicios prácticos, debates, estudios de casos, mapas conceptuales, organizadores gráficos y el manejo de paquetes econométricos. Sin embargo, es necesario proporcionar una mayor precisión en cuanto a la aplicación de estas estrategias en contextos económicos concretos.

Además, se plantea la asignación de lecturas que abarcan tanto bases teóricas como aplicaciones prácticas de modelos, a menudo relacionados con investigaciones aplicadas a la vida cotidiana, pero se debe asegurar que estas aplicaciones estén relacionadas con situaciones económicas. Asimismo, es fundamental no limitarse únicamente a la lectura, sino también proporcionar a los estudiantes la oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos a través de ejercicios prácticos.

Cabe mencionar que el análisis reveló una falta de conexiones curriculares, lo cual se respalda por la discrepancia que se presenta en algunos aspectos del programa de Economía. En la propuesta de la reforma curricular, en las asignaturas de análisis cuantitativo se destaca que “el estudiante estará en capacidad de relacionar saberes, plantear metodologías y evaluar la realidad en la que se enmarcan los fenómenos económicos para dar solución a un problema y construir conocimiento de manera objetiva y rigurosa” (Nodo de Escuela Reforma Curricular, p.75). Sin embargo, estos aspectos no se reflejan claramente en las competencias, indicadores y estrategias de enseñanza analizadas.

También se identificaron resultados de aprendizaje que no están reflejados en las competencias o indicadores, como lo son: la capacidad para “relacionar aspectos teóricos y prácticos que se requieren para la aplicación de las diferentes técnicas de análisis de datos a nivel cualitativo y cuantitativo”; la habilidad para “identificar relaciones de dependencia entre variables socio-económicas, con una sólida formación metodológica, sustento teórico y herramientas cuantitativas utilizadas en estudios económicos” y la capacidad de “obtener, procesar y discriminar información y reformular creativamente el conocimiento, en aras de interpretar y transformar la realidad económica” (Nodo de Escuela Reforma Curricular, p. 77).

Además, en la resolución 2774 de 2003 del MEN, en la que se establecen las características específicas de calidad de los programas de pregrado en Economía, se menciona, en el artículo 2, que todo programa de formación de Economistas debe fortalecer aspectos como:

- La aplicación de la Economía en la solución de problemas de la realidad y la comprensión de su importancia en contextos múltiples.
- El desarrollo de la capacidad de abstracción para el estudio de los fenómenos reales, desde la propia perspectiva profesional y disciplinaria de la Economía.
- El manejo, uso e interpretación de la información. (p.2)

Sin embargo, estos aspectos no se ven reflejados en lo analizado en este apartado.

## **5.2. Conexiones Conceptuales**

Luego de extraer y analizar las conexiones curriculares, se procede al análisis de las conexiones conceptuales a través de las dos subcategorías establecidas: contenidos matemáticos y recursos bibliográficos. De manera similar a las conexiones curriculares, estas subcategorías se examinan en cada una de las siete asignaturas consideradas.

### **5.2.1. Contenidos Matemáticos**

Para analizar los contenidos matemáticos de las diferentes asignaturas se ha elaborado la *Tabla 8*. Esta tabla permite identificar las temáticas abordadas en cada asignatura y, a partir de los recursos bibliográficos, identificar los objetos económicos relacionados.

**Tabla 8.**

*Contenidos Matemáticos*

Asignatura	Temática central	Subtemas	Objetos Económicos relacionados
Cálculo	<i>Cálculo diferencial de una variable</i>	La recta y sus representaciones, pendientes de curvas y la derivada, tasa de variación y su significado económico, límites, álgebra de derivadas, derivadas de orden superior, la regla de la cadena y derivación implícita, optimización de funciones reales de una variable, máximos y mínimos locales y globales, funciones cóncavas y convexas, puntos de inflexión y el método de la segunda derivada para hallar máximos y mínimos locales, aplicaciones en la Economía.	Niveles de producción, funciones de oferta y demanda, punto de equilibrio, función de costo, función de ingreso, función de consumo, función de utilidad, interés simple, Costo promedio, costo marginal, maximización de ingresos, maximización de utilidades, minimización de costos, elasticidad de la demanda.
	<i>Cálculo integral</i>	La integral definida y la integral indefinida, aplicaciones económicas de la integración, métodos de integración: por sustitución y por partes, función exponencial y logarítmica, sucesiones y series, valor actual descontado e inversión.	De función marginal a función total, valor futuro y presente de un flujo de ingresos, vida útil, disposición a gastar, excedente de consumidores y productores, anualidades.
Cálculo Diferencial e Integral	<i>Funciones de dos o más variables</i>	Gráficas de funciones y curvas de nivel, derivadas parciales y su aplicación en la Economía, planos tangentes a superficies, el vector gradiente, la regla de la cadena, derivadas direccionales, derivadas de funciones definidas implícitamente, elasticidades parciales, funciones homogéneas.	Discriminación de precio, decisiones de una empresa relacionadas con los insumos, fijación de precios, gastos.
	<i>Sistemas de ecuaciones lineales y su representación matricial</i>	Solución de sistemas de ecuaciones lineales	Modelo de cartera, modelo de mercado, modelo de ingreso nacional, modelo de insumo - producto, administración de fondos.
	<i>Matrices</i>	Operaciones con matrices, espacios vectoriales, rango de una matriz, Independencia lineal y bases de un espacio vectorial, diagonalización de matrices	Planeación de producción, pronósticos, análisis de insumos - producción.
Optimización y Álgebra Lineal	<i>Optimización de funciones de varias variables</i>	Condiciones necesarias de primer orden para un óptimo local, condiciones necesarias de segundo orden para un óptimo local, condiciones suficientes para un óptimo local, condiciones suficientes para un único óptimo global en funciones cóncavas, el criterio de la matriz hessiana, la matriz hessiana y su relación con la concavidad o convexidad.	Interrelaciones de la demanda de varios productos, gastos, fijación de precios, maximización de utilidad y demanda del consumidor, discriminación de precio.
	<i>Conjuntos convexos</i>	Funciones cóncavas, convexa, cuasi y estrictamente cóncavas y convexas, máximos y mínimos restringidos, el método de Lagrange, condiciones de Kuhn-Tucker, teorema de la envolvente.	Minimización de costos, maximización de ingresos, tamaño de un lote económico, penetración a un mercado, curva de Laffer.
	<i>Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer y segundo orden</i>	Ecuaciones diferenciales de variables separables, ecuaciones diferenciales lineales de primer orden, ecuaciones diferenciales de segundo orden, ecuaciones diferenciales de segundo orden con coeficientes constantes.	Trayectoria de tiempo, estabilidad dinámica del equilibrio, modelo de crecimiento de Solow, modelos económicos dinámicos.
	<i>Ecuaciones en diferencias finitas de primer y segundo orden</i>	Interés compuesto y valor actual descontado, ecuaciones lineales con coeficientes constantes, ecuaciones de segundo orden, ecuaciones de segundo orden con coeficientes constantes.	Modelos de mercado, interés compuesto, valor actual descontado, estabilidad, manejo y pago de intereses.
Probabilidad y Estadística	<i>Introducción a la estadística y al muestreo</i>	Campos de aplicación, fuentes de información y métodos de recolección de datos, relación muestra-población, tipos de variables, estructura de datos, escalas de medición, breve introducción al muestreo, Medidas de tendencia central, de posición, de dispersión de forma y apuntamiento.	Gerencia de calidad total, gráficos de datos financieros, tasas de crecimiento porcentuales, precios, costos, tasas de interés, salarios.

<b>Econometría Básica</b>	<i>Variables Aleatorias</i>	Distribuciones de frecuencias, gráficos estadísticos y representaciones tabulares, definición de función de probabilidad y función de distribución acumulada, distribuciones de probabilidad discretas continuas, distribuciones muestrales, valor esperado y varianza, distribución de la media muestras, teorema del límite central.	Niveles de venta, probabilidades de asignación de cargos, producción, análisis de distribuciones, cálculo de un valor a partir de una probabilidad conocida.
	<i>Inferencias</i>	Estimación puntual y por intervalo, tipos de error, nivel de significancia, potencias de pruebas y tamaños de muestra, prueba de Hipótesis de una o dos muestras	Toma de muestras, errores en procesos, estimaciones, comprobación de hipótesis económicas.
	<i>Modelos de regresión</i>	Intervalos de confianza, pruebas de hipótesis de significancia individual y conjunta, econometría y método econométrico, correlación, análisis de regresión lineal clásico (MCRL) simple y múltiple, estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Máxima Verosimilitud (MV).	Elasticidad, apreciación y depreciación, modelos de consumo, control, experimentos controlados, tasas de inflación.
	<i>Variables cualitativas</i>	Variables cualitativas explicativas, introducción a los modelos logit y probit.	Modelos con variables binarias, toma de decisiones, comparaciones de variables económicas.
	<i>Sesgos de especificación y multicolinealidad</i>	No se detalla	Eliminación de variables, transformación de variables, ajuste de modelos.
	<i>Heterocedasticidad y autocorrelación</i>	No se detalla	Precisión de estimaciones, ajuste de modelos, toma de decisiones, inferencias, modelado de series de tiempo, predicciones, inclusión de variables, forma funcional de modelos.
<b>Econometría de Series de Tiempo</b>	<i>Series de tiempo determinísticas.</i>	Componentes de las series de tiempo: tendencia, ciclo, estacional y aleatorio. Método de descomposición de una ST determinística, métodos de suavización de ST.	Identificación y modelado de tendencias, predicciones, estudio de patrones en el consumo de bienes.
	<i>Series de tiempo estocásticas estacionales y no estacionales.</i>	Estacionariedad, procesos estocásticos relevantes, procesos estocásticos integrados, raíz unitaria, función de correlación simple y parcial, correlogramas, metodología de Box-Jenkins, introducción a los modelos ARCH y GARCH	medición de la volatilidad de las series de tiempo financieras, tasas de inflación, estudio de variaciones temporales en distintas variables económicas, pronósticos económicos.
	<i>Introducción a los modelos de series de tiempo estocásticos multivariantes</i>	Análisis de cointegración, prueba de causalidad de Granger-Sims, modelo de corrección de error.	Interrelaciones entre variables económicas, evaluación de relaciones de largo plazo en los mercados.
	<i>Distribuciones leptocúrticas</i>	Volatilidad como medida de dispersión, series de tiempo heterocedásticas condicionales y no condicionales, enfoques de Engle y de Bollerslev para predecir la varianza condicional.	Tipo de cambio de divisas, Índice de precios al consumidor, tasas de interés.
<b>Econometría Intermedia</b>	<i>Variables cualitativas e instrumentales</i>	Variables cualitativas, datos agrupados e individuales, modelos de regresión de respuesta cualitativa dicotómica y politómica: logit, probit, tobit, estimación con variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas.	Estimar modelos de regresión, modelos con variables binarias, toma de decisiones, comparaciones de variables económicas.
	<i>Modelos de ecuaciones simultáneas</i>	Naturaleza de estos modelos, identificación y enfoques para la estimación de modelos.	Elaboración de modelos econométricos, representación de series de tiempo, modelado de mercados, inversión y financiamiento, dinámica empresarial.
	<i>Datos de panel</i>	Estructura, historia, ejemplos, modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios, violación de supuestos en los modelos de datos panel: autocorrelación y heterocedasticidad y test de especificación de Hausman.	Cambios en la rentabilidad, análisis de políticas, clasificar efectos económicos, analizar tendencias a largo plazo.
	<i>Cuantiles</i>	Análisis por cuantiles, modelos de regresión cuantil.	Evaluación de Riesgos Financieros, estudios de Ingresos, estudios de productividad, análisis de pérdidas, estudios de mercado.

Como se puede observar en la tabla, cada temática central presentada viene acompañada de una descripción de los subtemas asociados, brindando así una visión más completa de los contenidos abordados. No obstante, se presenta una excepción en la columna tres, *filas 16 y 17*, donde se encuentran las temáticas “sesgos de especificación y multicolinealidad” y “heterocedasticidad y autocorrelación” de Econometría Básica, las cuales carecen de una especificación de los subtemas.

Sin embargo, al observar la tabla en su totalidad, se evidencia que todas las temáticas se pueden conectar con aspectos económicos, a partir de lo que reflejan los libros propuestos para cada curso. Es importante destacar que las temáticas económicas relacionadas no se presentan de manera explícita en los planes de estudio, sino que se derivan de los diversos apartados, ejemplos y ejercicios planteados en los libros. Este análisis revela una integración efectiva de los contenidos matemáticos con aplicaciones prácticas en el ámbito económico, lo cual es esencial para proporcionar a los estudiantes una formación completa y multidisciplinaria.

### ***5.2.2. Recursos Bibliográficos***

Para la revisión de los libros utilizados en los cursos, se seleccionaron tres libros de cada plan de estudio. Se examinaron los contenidos, problemas, ejemplos y estructura de estos libros, mirando su acercamiento al contexto económico y el enfoque que plantean. Los resultados se presentan en tablas para cada una de las asignaturas. Es importante mencionar que, algunos de estos recursos pueden repetirse en diferentes cursos debido a los contenidos que abarcan.

#### **5.2.2.1. Cálculo**

En la *Tabla 9* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Cálculo”.

**Tabla 9.**

*Recursos Cálculo*

Libro	Contenido	Estructura
<p><b>Matemáticas para el Análisis Económico.</b> Sydsaeter y Hammond (1996).</p>	Funciones de una variable	<p>Cada capítulo del libro inicia con una breve introducción que explora algunas aplicaciones prácticas en Economía de los temas a tratar. La presentación de los conceptos matemáticos se refuerza con algunos ejemplos y problemas contextualizados en el ámbito económico.</p> <p>En el libro se dedican algunas secciones para explicar detalladamente aspectos clave dentro de este campo.</p>
	Polinomios, potencias y exponenciales	
	Cálculo diferencial de una variable	
	Límites, continuidad y series	
	Funciones exponenciales y logarítmicas	
	Optimización en una variable	
	Integración	
	Álgebra lineal: vectores y matrices	
	Determinantes y matrices inversas	
	Funciones de varias variables	
	Técnicas de estática comparativa	
	Optimización en varias variables	
Optimización restringida		
Programación lineal		
Ecuaciones en diferencias		
Ecuaciones diferenciales		
<p><b>Matemática para Administración y Economía</b> Weber (1984).</p>	Repaso de álgebra	<p>Cada uno de los capítulos del libro está estructurado de la siguiente forma: explicación, ejemplos y ejercicios.</p> <p>Cada capítulo presenta una sección de aplicaciones, en estas secciones se abordan diferentes situaciones y problemas contextualizados en temáticas económicas.</p>
	Representación gráfica	
	Cálculo diferencial: funciones de una variable	
	Cálculo diferencial: funciones de más variables	
	Cálculo integral	
	Ecuaciones diferenciales	
	Ecuaciones en diferencias	
	Álgebra matricial	
Aplicaciones del álgebra matricial		
<p><b>Matemáticas para la Administración y Economía.</b> Haeussler y Paul (2003).</p>	Repaso de álgebra	<p>Cada uno de los capítulos del libro realiza una explicación de los temas, plantea algunos ejemplos y termina con ejercicios y una sección llamada "aplicación práctica".</p> <p>Se presentan secciones e incluso capítulos completos en donde se abordan algunas aplicaciones de los objetos matemáticos en contextos económicos.</p>
	Ecuaciones	
	Aplicaciones de ecuaciones y desigualdades	
	Funciones y gráficas	
	Rectas, parábolas y sistemas de ecuaciones	
	Funciones exponencial y logarítmica	
	Álgebra de matrices	
	Programación lineal	
	Matemáticas financieras	
	Límites y continuidad	
	Diferenciación	
	Trazado de curvas	
	Aplicaciones de la diferenciación	
Integración		
Métodos y aplicaciones de la integración		
Cálculo de varias variables		



**5.2.2.2. Cálculo Diferencial e Integral**

En la *Tabla 10* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Cálculo Diferencial e Integral”.

**Tabla 10.**

*Recursos Cálculo diferencial e Integral*

Libro	Contenido	Estructura
<b>Métodos fundamentales de Economía Matemática.</b>  Chiang (2006).	Modelos Económicos	El libro se enfoca principalmente en la explicación de los conceptos matemáticos, aunque es acompañada con ejemplos en el contexto económico.  También cuenta con secciones específicas dedicadas a las aplicaciones económicas de algunos conceptos.
	Análisis de equilibrio en Economía	
	Modelos lineales y álgebra de matrices	
	Estática comparativa y el concepto de derivada	
	Reglas de diferenciación y su uso en estática	
	Análisis estático de modelos con funciones	
	Optimización	
	Funciones exponenciales y logarítmicas	
	El caso de más de una variable de elección	
	Optimización con restricciones de igualdad	
	La dinámica económica y el cálculo integral	
	Ecuaciones diferenciales	
	Ecuaciones en diferencias	
Ecuaciones diferenciales y en diferencias simultáneas		
Teoría de control óptimo		
<b>Matemática aplicada para Administración, Economía y Ciencias Sociales.</b>  Budnick (2007).	Algunos conocimientos preliminares	Cada uno de los capítulos del libro está estructurado de la siguiente forma: explicación, ejemplos y ejercicios.  En general, el enfoque principal del libro se centra en la explicación matemática, aunque se incorporan ejemplos contextualizados en situaciones de Economía en determinadas secciones.  La sección "Matemáticas de las finanzas" destaca por abordar temas específicos de esta área.
	Ecuaciones lineales	
	Sistemas de ecuaciones lineales	
	Funciones matemáticas	
	Funciones lineales: aplicaciones	
	Funciones cuadráticas y polinomiales	
	Funciones exponenciales y logarítmicas	
	Matemáticas de las finanzas	
	Álgebra Matricial	
	Programación lineal: introducción	
	Métodos de solución	
	Modelos de transporte y asignación	
	Introducción a la teoría de la probabilidad	
Distribuciones de probabilidad		
Diferenciación		
Optimización		
Cálculo Integral		

<b>Matemáticas para el Análisis Económico.</b> Sydsaeter y Hammond (1996).	Funciones de una variable	Cada capítulo del libro inicia con una breve introducción que explora algunas aplicaciones prácticas en Economía de los temas a tratar. La presentación de los conceptos matemáticos se refuerza con algunos ejemplos y problemas contextualizados en el ámbito económico.  En el libro se dedican algunas secciones para explicar detalladamente aspectos clave dentro de este campo.
	Polinomios, potencias y exponenciales	
	Cálculo diferencial de una variable	
	Límites, continuidad y series	
	Funciones exponenciales y logarítmicas	
	Optimización en una variable	
	Integración	
	Álgebra lineal: vectores y matrices	
	Determinantes y matrices inversas	
	Funciones de varias variables	
	Técnicas de estática comparativa	
	Optimización en varias variables	
	Optimización restringida	
	Programación lineal	
Ecuaciones en diferencias		
Ecuaciones diferenciales		

En esta asignatura se encuentran conexiones con el contexto económico en los tres libros analizados. Aunque dos de ellos se enfocan principalmente en explicar los conceptos matemáticos, continúan proporcionando ejemplos y secciones dedicadas a las aplicaciones económicas.

Por ejemplo, en el libro *Matemática aplicada para Administración, Economía y Ciencias Sociales* de Budnick (2007), se plantea un problema al finalizar cada capítulo llamado “mini caso”, como el que se observa en la *Figura 9*, donde se plantea un problema contextualizado en Economía con el objetivo de que los estudiantes apliquen los conocimientos adquiridos.

**Figura 9.**

*Ejemplo “mini caso”*

MINICASO		Empleo desempeñado en este año							
Empleo desempeñado el año siguiente	Asist.							Comp. asist. general	Empleado
	Gte. de tienda	de gte. de tienda	Gte. de depto.	Vendedor	Cajero	Comp.	asist.		
Gerente de tienda	0.95	0.20					0.05		
Asistente de gerente de tienda		0.70	0.20				0.10	0.10	
Gerente de departamento			0.65	0.10					
Vendedor				0.80	0.30				
Cajero					0.45				0.20
Comprador						0.75	0.20		
Comprador asistente			0.10		0.10		0.65		
Empleado general									0.70
Abandonan la empresa	0.05	0.10	0.05	0.10	0.15	0.10	0.05	0.10	

4. Dadas las proyecciones para 1995, ¿qué categorías de trabajo reflejan mayores ofertas desde dentro de la organización, en comparación con 1992? ¿Qué categorías reflejan decrementos?

5. Si las necesidades proyectadas para 1995 son 550 gerentes de tienda, 920 asistentes de gerente de tienda, 3 900 gerentes de departamento, 15 200 vendedores, 9 200 cajeros, 1 700 compradores, 3 200 compradores asistentes y 6 800 empleados generales, ¿qué nivel de contratación externa se anticipa para satisfacer las necesidades de 1995?

**PLANEACIÓN DE RECURSOS HUMANOS**

Una compañía nacional minorista de descuento ha recopilado datos acerca del movimiento de sus empleados en su organización. La tabla siguiente refleja los patrones de movimiento anual (transiciones) para un subconjunto de posición en la compañía. En la tabla, las columnas indican la posición que se mantiene durante un año y las filas indican las posiciones que se tienen inmediatamente al año siguiente. Los elementos de la tabla reflejan las probabilidades de transición de un año al siguiente. Por ejemplo, el primer elemento de la tabla indica que 95% de todas las personas que son gerentes de tienda en un año ocuparán puestos de gerente de tienda al año siguiente. El otro elemento en la primera columna indica que de todas las personas que son gerentes de tienda en un año, 5% abandonará la compañía el año próximo.

En 1992 había 500 gerentes de tienda, 850 asistentes de gerente de tienda, 3 600 gerentes de departamento, 14 500 vendedores, 8 600 cajeros, 1 600 compradores, 3 000 compradores asistentes y 6 000 empleados generales.

1. Analice el significado de los elementos que equivalen a cero (celdas vacías) en la tabla.
2. Interprete el significado de cada uno de los elementos en la primera fila de la tabla.
3. De las personas que forman parte de la fuerza laboral en 1992, pronostique los números que habrá en cada categoría de trabajo en 1993, 1994 y 1995.

*Nota.* Tomado de Budnick (2007).

### 5.2.2.3. Optimización y Álgebra Lineal

En la *Tabla 11* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Optimización y Álgebra Lineal”.

**Tabla 11.**

*Recursos Optimización y Álgebra Lineal*

Libro	Contenido	Estructura	
Economía Matemática. Escobar (2005).	Análisis convexo	Cada capítulo del libro comienza con una introducción que explora las aplicaciones económicas de los temas a tratar y presenta ejemplos y secciones de aplicaciones económicas. Sin embargo, el enfoque del libro se encuentra en la parte matemática.	
	Aplicaciones económicas		
	Ecuaciones diferenciales		
	Ecuaciones en diferencia		
	Optimización dinámica		
Matemáticas para el Análisis Económico. Sydsaeter y Hammond (1996).	Funciones de una variable	Cada capítulo inicia con una breve introducción que explora algunas aplicaciones prácticas en Economía de los temas a tratar. La presentación de los conceptos matemáticos se refuerza con algunos ejemplos y problemas contextualizados en el ámbito económico.	
	Polinomios, potencias y exponenciales		
	Cálculo diferencial de una variable		
	Límites, continuidad y series		
	Funciones exponenciales y logarítmicas		
	Optimización en una variable		
	Integración		
	Álgebra lineal: vectores y matrices		En el libro se dedican algunas secciones para explicar detalladamente aspectos clave dentro de este campo.
	Determinantes y matrices inversas		
Funciones de varias variables			
	Técnicas de estática comparativa		

<p><b>Métodos fundamentales de Economía Matemática.</b></p> <p>Chiang (2006).</p>	Optimización en varias variables	<p>El libro se enfoca principalmente en la explicación de los conceptos matemáticos, aunque se acompañada con ejemplos en el contexto económico.</p> <p>También cuenta con secciones específicas dedicadas a las aplicaciones económicas de algunos conceptos.</p>
	Optimización restringida	
	Programación lineal	
	Ecuaciones en diferencias	
	Ecuaciones diferenciales	
	Modelos Económicos	
	Análisis de equilibrio en Economía	
	Modelos lineales y álgebra de matrices	
	Estática comparativa y el concepto de derivada	
	Reglas de diferenciación y su uso en estática	
	Análisis estático de modelos con funciones	
	Optimización	
	Funciones exponenciales y logarítmicas	
	El caso de más de una variable de elección	
	Optimización con restricciones de igualdad	
	La dinámica económica y el cálculo integral	
	Ecuaciones diferenciales	
Ecuaciones en diferencias		
Ecuaciones diferenciales y en diferencias simultáneas		
Teoría de control óptimo		

El libro de Escobar (2005) se centra especialmente en la explicación matemática, llegando incluso a incluir demostraciones matemáticas formales, como se observa en la *Figura 10*. Aunque presenta ejemplos y ejercicios contextualizados en el ámbito económico, su enfoque principal recae más en el rigor matemático que en las aplicaciones económicas.

**Figura 10.**

*Ejemplo demostración*

<p><b>Teorema 1.2.</b> Sea <math>f : X \rightarrow \mathbb{R}</math> con <math>X \subset \mathbb{R}^n</math> convexo. Entonces,</p> <p>i. <math>f</math> es convexa <math>\iff E_f</math> es un subconjunto convexo de <math>\mathbb{R}^{n+1}</math>.</p> <p>ii. <math>f</math> es cóncava <math>\iff H_f</math> es un subconjunto convexo de <math>\mathbb{R}^{n+1}</math>.</p> <p><b>Demostración.</b> Mostraremos (ii):</p> <p>“<math>\Leftarrow</math>” Sea <math>H_f</math> convexo y sean <math>x_1, x_2 \in X</math>. Como <math>(x_1, f(x_1)), (x_2, f(x_2)) \in H_f</math> y <math>H_f</math> es un conjunto convexo,</p> $\lambda(x_1, f(x_1)) + [1 - \lambda](x_2, f(x_2)) = (\lambda x_1 + [1 - \lambda]x_2, \lambda f(x_1) + [1 - \lambda]f(x_2)) \in H_f.$ <p>Pero esto significa que</p> $f(\lambda x_1 + [1 - \lambda]x_2) \geq \lambda f(x_1) + [1 - \lambda]f(x_2),$ <p>es decir, <math>f</math> es cóncava.</p>	<p>“<math>\Rightarrow</math>” Suponga, al contrario, que <math>f</math> es una función cóncava y sean <math>(x_1, k_1), (x_2, k_2) \in H_f</math>. Entonces, <math>k_1 \leq f(x_1)</math> y <math>k_2 \leq f(x_2)</math>. Como <math>\lambda \in [0, 1]</math></p> $\lambda k_1 \leq \lambda f(x_1)$ $[1 - \lambda]k_2 \leq [1 - \lambda]f(x_2)$ <p>que implica</p> $\lambda k_1 + [1 - \lambda]k_2 \leq \lambda f(x_1) + [1 - \lambda]f(x_2)$ $\leq f(\lambda x_1 + [1 - \lambda]x_2),$ <p>ya que <math>f</math> es cóncava. Por lo tanto,</p> $(\lambda x_1 + [1 - \lambda]x_2), \lambda k_1 + [1 - \lambda]k_2 \in H_f,$ <p>lo que significa que <math>H_f</math> es un conjunto convexo. <span style="float: right;">┘</span></p>
--	---

*Nota.* Tomado de Escobar (2005).

Sin embargo, se observa que tanto el libro de Chiang (2006) como el de Sydsaeter y Hammond (1996), los cuales, también fueron presentados en la asignatura anterior, muestran una abundancia de ejemplos, ejercicios e incluso secciones completas dedicadas a aplicaciones de los elementos matemáticos en contextos económicos.

### 5.2.2.4. Probabilidad y Estadística

En la *Tabla 12* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Probabilidad y Estadística”.

**Tabla 12.**

*Recursos Probabilidad y Estadística*

Libro	Contenido	Estructura
<b>Estadística aplicada a los negocios y la Economía.</b>  Webster (2000).	El papel de la estadística	Cada uno de los capítulos del libro comienza con una breve introducción a las temáticas, se realiza una explicación acompañada de ejemplos y problemas con contexto económico y terminan con una serie de ejercicios sobre la totalidad del capítulo.  En la apertura de cada capítulo, se presenta un apartado denominado "escenario" que introduce una situación económica vinculada a los temas a abordar. Al concluir el capítulo, esta situación se retoma en el apartado "puesta en escena", con el objetivo de solucionarla y finalmente, en el apartado "del escenario a la vida real", se plantean preguntas adicionales para incentivar al estudiante a investigar más sobre el tema y aplicar los conceptos aprendidos.
	Descripción de los conjuntos de datos	
	Medidas de tendencia central y de dispersión	
	Principios de probabilidad	
	Distribuciones de probabilidad	
	Distribuciones muestrales	
	Estimación con intervalos de confianza	
	Prueba de hipótesis	
	Pruebas cuando se tienen dos poblaciones	
	Análisis de varianza	
	Regresión simple y correlación	
	Regresión múltiple y correlación	
	series de tiempo y números	
prueba chi-cuadrado y otras no paramétricas		
técnicas de control de calidad		
<b>Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y métodos.</b>  Canavos (1988).	Introducción y estadística descriptiva	En este libro, los capítulos comienzan con una pequeña introducción, seguido de una explicación de los elementos matemáticos y finalmente plantea algunos ejercicios.  No se presentan muchos ejemplos ni ejercicios en el contexto económico. Se enfoca en ofrecer una explicación matemática de los conceptos.
	Conceptos en probabilidad	
	VARIABLES aleatorias y distribuciones de probabilidad	
	Algunas distribuciones discretas de probabilidad	
	Algunas distribuciones continuas de probabilidad	
	Distribuciones conjuntas de probabilidad	
	Muestras aleatorias y distribuciones de muestreo	
	Estimación puntual y por intervalo	
	Prueba de hipótesis estadísticas	
	Pruebas de bondad de ajuste y análisis de contingencia	
	Métodos para control de calidad y muestreo de aceptación	
	Diseño y análisis de experimentos estadísticos	
	Análisis de regresión: el modelo lineal simple	
Análisis de regresión: el modelo lineal general		
Métodos no paramétricos		

<b>Estadística básica para estudiantes de Economía y otras Ciencias Sociales.</b>  Guerrero (2000).	Medidas descriptivas	Cada capítulo inicia con una explicación de los temas abordados, acompañada de algunos ejemplos.  Al final de cada capítulo se incluye una sección de problemas contextualizados en Economía.
	Elementos de teoría de la probabilidad	
	Distribuciones de probabilidad	
	Distribuciones continuas	
	Estimación de parámetros	
	Pruebas de hipótesis	
	Muestreo	
Análisis de datos categóricos		
Análisis de varianza		

El libro de Canavos (1988) se centra más en la explicación de los aspectos que en las aplicaciones económicas, sin embargo, incluye algunos ejemplos. Por otro lado, los demás libros presentan conexiones con la Economía; un ejemplo de esto se presenta en la *Figura 11*, donde se evidencia un escenario práctico que presenta el libro de Webster (2000), con el objetivo de aplicar los conocimientos estadísticos en un problema específico del contexto económico.

**Figura 11.**  
*Ejemplo escenarios*

### ESCENARIO

Los estudiantes de college que planean tomar las vacaciones de primavera del año, se enfrentan con las tarifas de alquiler de autos más altas que se hayan presentado (*Newweek*, febrero 1997). Una encuesta realizada por *Business Travel News* reveló que en 1996 las tasas aumentaron 11.8%, y se anticipa que el incremento para 1997 estará por encima de dicho porcentaje. Los incrementos en los costos laborales, seguros y costos de parqueo, se mencionan como las principales causas de estos incrementos poco comunes en los gastos para viajes.

Lo más alarmante para los estudiantes que desean escaparse de los rigores de la academia es el hecho de que se esperan incrementos mucho mayores en las tasas, en las ciudades que parecen ser los lugares favoritos para pasar vacaciones, incluyendo Miami, Houston, Phoenix, las ciudades de California del sur, y otros lugares con clima cálido. Como lo muestra el diagrama circular, estas áreas populares ya exceden el promedio nacional en un monto substancial. Mientras que los viajeros de toda la nación pagan un promedio de aproximadamente \$33 dólares por día, las tasas en estas áreas de mayor preferencia se aproximan a \$80 dólares.

Para empeorar las cosas, para las personas que toman sus vacaciones este verano, la disponibilidad puede ser un problema. Las empresas de alquiler de autos hacen que quienes tienen plan de viajar reserven con anticipación. Pobre del estudiante quien, con sueños de pasear por Miami en un convertible deportivo, deba conformarse con un sedán cuatro puertas!

Sin embargo, muchas empresas que alquilan autos pretenden multar con un jugoso incremento en las tarjetas de crédito a quienes han reservado un carro pero no se presentan a recogerlo a la hora acordada.

Al preparar las tan esperadas y bien merecidas vacaciones de primavera se sugiere contactar a varias compañías que alquilan autos y recolectar información sobre las tarifas y tipo de autos. Para ayudar a tomar esta importante decisión respecto a qué tipo de auto alquilar, se debe preparar un resumen de estos detalles importantes para que los compañeros de viaje complementen con gráficos y otros medios de descripción de conjuntos de datos analizados en este capítulo.

### PUESTA EN ESCENA

En el caso presentado al inicio del capítulo usted debía describir y caracterizar los datos que recolectó sobre las tarifas de alquiler de autos para sus tan esperadas vacaciones de primavera. Con base en esos datos sobre los costos diarios del alquiler provenientes de varias compañías en cada ciudad, prepare un reporte detallado describiendo sus descubrimientos. Incluya tantas herramientas de las que se trataron en este capítulo como le sea posible. Proporcione gráficos que muestren los costos promedio para cada ciudad como un porcentaje del costo promedio de todas las ciudades.

Haga una tabla de contingencia que muestre cada una de las ciudades que aparecen en las columnas. Agrupe los datos sobre tarifas en 3 a 5 grupos para las filas. Incluya los porcentajes de la columna y de la fila y los totales, así como se hizo en el problema resuelto número 2.

Ciudad	Tarifa	Ciudad	Tarifa	Ciudad	Tarifa
Miami	85	Houston	58	San Diego	89
Houston	68	Phoenix	65	New Orleans	79
New Orleans	65	Houston	63	Miami	62
Miami	50	Phoenix	52	New Orleans	96
Miami	102	Houston	87	Miami	98
New Orleans	84	Houston	69	New Orleans	87
Miami	110	Miami	85	Houston	69
Phoenix	85	Phoenix	64	New Orleans	81
Houston	95	New Orleans	97	Houston	62
Phoenix	58	Phoenix	69	Phoenix	59
Houston	59	New Orleans	74	Houston	63
Phoenix	51	Phoenix	87	New Orleans	62
New Orleans	76	Houston	67	New Orleans	52

**Del escenario a la vida real**

En internet se pueden visitar varias compañías de alquiler de autos y "Guías para compradores" para comparar los precios de alquiler y hacer reservaciones. La siguiente es una selección de tales sitios:

*Servicios de compras:*  
 Brezace Net's Guide to Airport Cars [www.bmn.com](http://www.bmn.com)  
 Car Rental Shopper's guide [www.rent-cars.com](http://www.rent-cars.com)

*Compañías nacionales de alquiler de autos:*  
 Alamo [www.golamo.com](http://www.golamo.com)  
 Avis [www.avis.com](http://www.avis.com)  
 Budget [www.budgetrentacar.com](http://www.budgetrentacar.com)  
 Hertz [www.hertz.com](http://www.hertz.com)  
 Thrifty [www.thrifty.com](http://www.thrifty.com)

Utilizando la información sobre precios reales obtenida de estos sitios en internet, elabore nuevamente la tabla de contingencia que elaboró en el ejercicio de *Puesta en Escena*. ¿Cuáles de las ciudades de Miami, Houston, Phoenix, o New Orleans tiene el número más grande de compañías de alquiler de autos? ¿Cuál ofrece el rango de precios más amplio?

Ciudad	Tarifa
San Diego	\$69
Miami	\$79
Phoenix	\$33
Houston	\$59
Promedio nacional	\$63

Nota. Tomado de Webster (2000).

**5.2.2.5. Econometría Básica**

En la *Tabla 13* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Econometría Básica”.

**Tabla 13.**

*Recursos Econometría Básica*

Libro	Contenido	Estructura
<p><b>Econometría.</b> Gujarati y Porter (2010).</p>	Naturaleza del análisis de regresión	<p>En cada capítulo del libro, se ofrece una explicación detallada de los conceptos, complementada con ejemplos ilustrativos para facilitar la comprensión.</p> <p>Los capítulos concluyen con la sección "Ejemplos Ilustrativos", que presenta ejemplos contextualizados para aplicar los conceptos aprendidos en el capítulo. Luego de esto se incluye la sección de problemas y ejercicios.</p>
	Análisis de regresión con dos variables: algunas ideas básicas	
	Modelo de regresión con dos variables: problema de estimación	
	Modelo clásico de regresión lineal normal	
	Regresión con dos variables: estimación y pruebas de hipótesis	
	Extensiones del modelo de regresión lineal con dos variables	
	Análisis de regresión múltiple	
	Modelos de regresión con variables dicótomas	
	Multicolinealidad: ¿qué pasa si las regresoras están correlacionadas?	
	Heteroscedasticidad: ¿qué pasa si la varianza del error no es constante?	
	Autocorrelación: ¿qué pasa si términos de error están correlacionados?	
	Creación de modelos econométricos: especificación y pruebas	
	Modelos de regresión no lineales	
	Modelos de regresión de respuesta cualitativa	
	Modelos de regresión con datos de panel	
Modelos econométricos dinámicos: autorregresivos y de rezagos		
Modelos de ecuaciones simultáneas		
El problema de la identificación		
Métodos de ecuaciones simultáneas		
Econometría de series de tiempo		
<p><b>Introducción a la Econometría.</b> Stock y Watson (2012).</p>	Cuestiones económicas y datos	<p>Los capítulos inician con un problema con contexto económico para luego dar paso a la explicación de los conceptos, complementada con ejemplos y ejercicios al final de cada sección.</p>
	Repaso de probabilidad	
	Repaso de estadística	
	Regresión lineal con regresor único	
	Regresión lineal con varios regresores	
	Contrastes de hipótesis e intervalos de confianza en regresión múltiple	
	Funciones de regresión no lineales	
	Evaluación de estudios basados en regresión múltiple	
	Regresión con datos de panel	
	Regresión con variable dependiente binaria	
	Regresión con variables instrumentales	
	Experimentos y cuasi experimentos	
	Introducción a la regresión de series temporales y predicción	

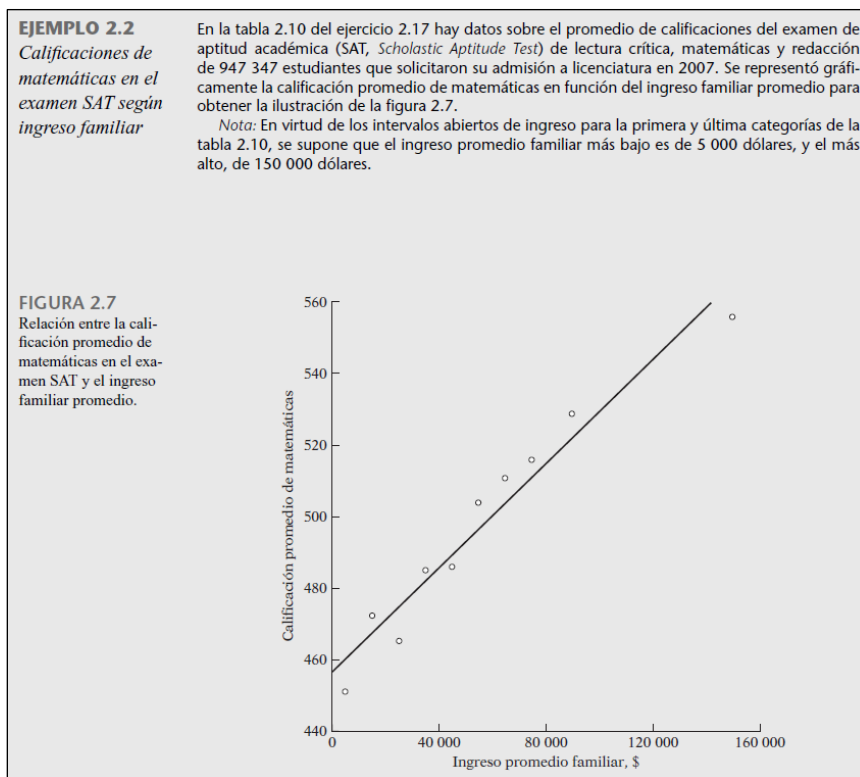
	Estimación de efectos causales dinámicos	
	Otros temas relacionados con la regresión en series temporales	
	Teoría de regresión lineal con regresor único	
	Teoría de regresión múltiple	
	Análisis matricial	
	Análisis estadístico	
	El modelo lineal general	
	Inferencia en el modelo lineal	
	Matrices de covarianza no escalares	
	Heteroscedasticidad	
	Autocorrelación	
<b>Econometría.</b>	Ecuaciones simultaneas con variables explicativas exógenas	En cada capítulo, se expone una explicación matemática de los conceptos, acompañada de demostraciones. Se presentan ejemplos relacionados con la Economía y al final de cada capítulo, se plantean problemas para aplicar lo aprendido.
	Modelos dinámicos	
Novales (1993).	Deficiencias muestrales: multicolinealidad y errores de medida	
	Modelos no lineales	
	Algoritmos numéricos de optimización	
	Modelos de series temporales	
	Regresión con variables no estacionarias	
	Datos de panel	
	Variables dependientes cualitativas y limitadas	
	Modelos de ecuaciones simultaneas: Identificación	
	Modelos de ecuaciones simultáneas: Estimación	

En esta asignatura los libros presentan conexiones sólidas con el contexto económico. Aunque el libro de Novales (1993) parece más centrado en demostraciones de aspectos matemáticos, también incluye aplicaciones en contextos económicos.

Por ejemplo, en la *Figura 12* se muestra uno de los ejemplos de la sección de “ejemplos ilustrativos” del libro de Gujarati y Porter (2010), y en la *Figura 13*, se presenta uno de los problemas con los que inicia un capítulo del libro de Stock y Watson (2012). Esto deja ver la orientación hacia la aplicación económica de los conceptos presentados.

**Figura 12.**

*Ejemplo de sección "ejemplos ilustrativos"*



*Nota.* Tomado de Gujarati y Porter (2010).

**Figura 13.**

*Ejemplo de problema inicial*

Un estado impone penas nuevas más duras a los conductores ebrios: ¿cuál es el efecto sobre la mortalidad en accidentes de tráfico? Un distrito escolar reduce el tamaño de sus clases de educación primaria: ¿cuál es su efecto sobre las calificaciones de sus estudiantes en los exámenes estandarizados? Si se completa satisfactoriamente un año adicional de clases en la universidad: ¿cuál es el efecto sobre los futuros ingresos salariales?

Estas tres preguntas versan sobre los efectos desconocidos del cambio en una variable,  $X$  (siendo  $X$  las sanciones por conducir ebrio, el tamaño de la clase, o los años de escolaridad), sobre otra variable,  $Y$  (siendo  $Y$  la mortalidad en las carreteras, las calificaciones de los estudiantes, o los ingresos salariales).

En este capítulo se introduce el modelo de regresión lineal que relaciona una variable,  $X$ , con otra,  $Y$ . Este modelo plantea una relación lineal entre  $X$  e  $Y$ ; la pendiente de la recta que relaciona  $X$  con  $Y$  es el efecto de la variación en una unidad de  $X$  sobre  $Y$ . Al igual que la media de  $Y$  es una característica desconocida de la distribución poblacional de  $Y$ , la pendiente de la recta que relaciona  $X$  e  $Y$  es una característica desconocida de la distribución poblacional conjunta de  $X$  e  $Y$ . El problema econométrico consiste en estimar esta pendiente, es decir, estimar el efecto sobre  $Y$  de una variación unitaria en  $X$ , utilizando una muestra de datos de estas dos variables.

En este capítulo se describen los métodos de estimación de la pendiente que utilizan una muestra aleatoria de datos de  $X$  e  $Y$ . Por ejemplo, utilizando los datos del número de alumnos por clase y las calificaciones en los exámenes de los diferentes distritos escolares, se muestra la forma de estimar el efecto esperado sobre los resultados en el examen de la reducción del tamaño de las clases en, pongamos por caso, un estudiante por clase. La pendiente y la constante de la recta que relaciona  $X$  con  $Y$  pueden estimarse mediante un método denominado mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

*Nota.* Tomado de Stock y Watson (2012).

**5.2.2.6. Econometría de Series de Tiempo**

En la *Tabla 14* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Econometría de Series de Tiempo”.

**Tabla 14.**

*Recursos Econometría de Series de Tiempo*

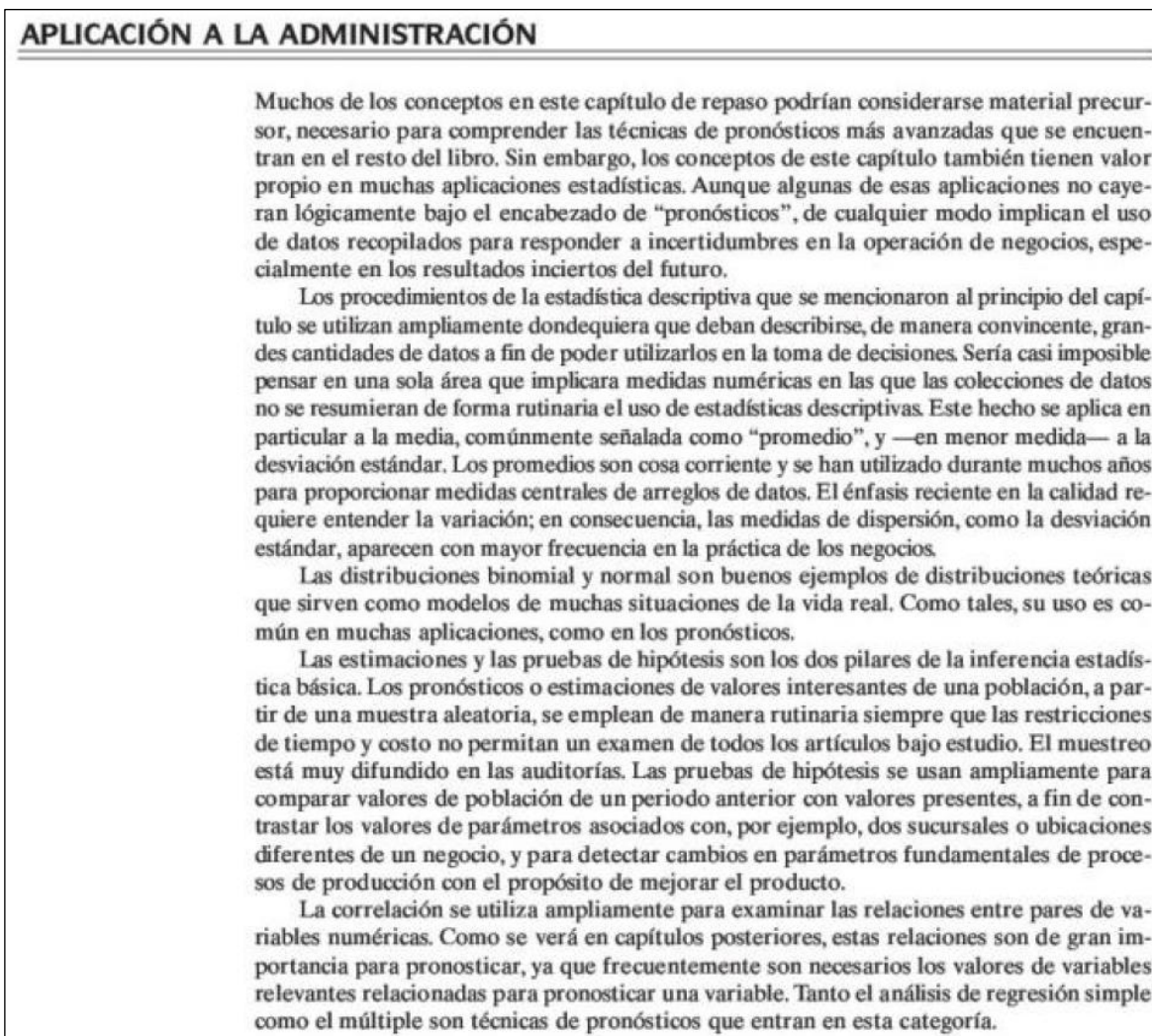
Libro	Contenido	Estructura
<p><b>Econometría.</b> Gujarati y Porter (2010).</p>	<p>Naturaleza del análisis de regresión</p> <hr/> <p>Análisis de regresión con dos variables: algunas ideas básicas</p> <hr/> <p>Modelo de regresión con dos variables: problema de estimación</p> <hr/> <p>Modelo clásico de regresión lineal normal</p> <hr/> <p>Regresión con dos variables: estimación y pruebas de hipótesis</p> <hr/> <p>Extensiones del modelo de regresión lineal con dos variables</p> <hr/> <p>Análisis de regresión múltiple</p> <hr/> <p>Modelos de regresión con variables dicótomas</p> <hr/> <p>Multicolinealidad: ¿qué pasa si las regresoras están correlacionadas?</p> <hr/> <p>Heteroscedasticidad: ¿qué pasa si la varianza del error no es constante?</p> <hr/> <p>Autocorrelación: ¿qué pasa si términos de error están correlacionados?</p> <hr/> <p>Creación de modelos econométricos: especificación y pruebas</p> <hr/> <p>Modelos de regresión no lineales</p> <hr/> <p>Modelos de regresión de respuesta cualitativa</p> <hr/> <p>Modelos de regresión con datos de panel</p> <hr/> <p>Modelos econométricos dinámicos: autorregresivos y de rezagos</p> <hr/> <p>Modelos de ecuaciones simultáneas</p> <hr/> <p>El problema de la identificación</p> <hr/> <p>Métodos de ecuaciones simultáneas</p> <hr/> <p>Econometría de series de tiempo</p>	<p>En cada capítulo del libro, se ofrece una explicación detallada de los conceptos, complementada con ejemplos ilustrativos para facilitar la comprensión.</p> <p>Los capítulos concluyen con la sección "Ejemplos Ilustrativos", que presenta ejemplos contextualizados para aplicar los conceptos aprendidos en el capítulo. Luego de esto se incluye la sección de problemas y ejercicios.</p>
<p><b>Pronósticos en los negocios.</b> Hanke y Wichern (2006).</p>	<p>Introducción a los pronósticos</p> <hr/> <p>Repaso de conceptos estadísticos básicos</p> <hr/> <p>Exploración de patrones de datos y elección de técnicas de pronóstico</p> <hr/> <p>Promedios móviles y métodos de suavizamiento</p> <hr/> <p>Series de tiempo y sus componentes</p> <hr/> <p>Regresión lineal simple</p> <hr/> <p>Análisis de regresión múltiple</p>	<p>En cada capítulo del libro, se ofrece una explicación detallada de los conceptos, complementada con ejemplos contextualizados. Además, se incluye una sección titulada "Aplicaciones a la Administración", que presenta diversos contextos económicos donde se aplican los conceptos estudiados en dicho capítulo.</p>

	Regresión con datos de tiempo	
	La metodología Box-Jenkins (ARIMA)	
	por apreciación y ajuste de pronóstico	
	Administración del proceso de pronósticos	
	Introducción a las series temporales	
	Análisis descriptivo de una serie temporal	
	Series temporales y procesos estocásticos	
	Procesos autorregresivos	
	Procesos de media móvil y ARMA	
	Procesos integrados y de memoria larga	
	Procesos ARIMA estacionales	
	Predicción con modelos ARIMA	En los capítulos se realiza la explicación de los elementos matemáticos, con algunos ejemplos y finalmente plantea algunos ejercicios.
	La identificación de los posibles modelos ARIMA	
	Estimación y selección de modelos ARIMA	
	Diagnóstico del modelo y predicción	Sin embargo, no se presentan muchos ejemplos ni ejercicios en el contexto económico.
	Análisis de intervención	
	Valores atípicos	
	Modelos no lineales	
	Modelos de heterocedasticidad condicional	
	Casos de series temporales univariantes	
	Regresión dinámica entre variables estacionarias	
	Regresión entre variables integradas.	
	Cointegración.	
	Modelos multivariantes	
<b>Análisis de series temporales.</b>		
Peña (2005).		

En relación con el análisis de textos, podría decirse que a excepción del libro de Peña (2005), que ofrece pocos ejemplos y ejercicios contextualizados, los demás libros presentan una gran cantidad de problemas en contextos económicos. Un ejemplo de esto se muestra en la *Figura 14*, donde se presenta una de las secciones “aplicación a la administración” del libro de Hanke y Wichern (2006), en la que se explora el uso de los conceptos matemáticos presentados en el capítulo. Esto deja ver la sólida conexión que establecen estos textos con la Economía.

**Figura 14.**

*Ejemplo de sección “Aplicación a la administración”*



*Nota.* Tomado de Hanke y Wichern (2006).

### **5.2.2.7. Econometría Intermedia**

En la *Tabla 15* se presenta el análisis de los contenidos y la estructura de los libros guía de la asignatura “Econometría Intermedia”.

**Tabla 15.**

*Recursos Econometría Intermedia*

Libro	Contenido	Estructura
<p><b>Econometría: Modelos y Pronósticos.</b>  Pindyck y Rubinfeld. (2001)</p>	Introducción al modelo de regresión	<p>En los capítulos se realiza una introducción a la temática, seguido de la explicación de los elementos matemáticos, con algunos ejemplos y finalmente se plantean ejercicios.</p> <p>No se presentan muchos ejemplos ni ejercicios en el contexto económico y se enfoca bastante en la explicación Matemática.</p>
	Estadística elemental	
	El modelo de regresión de dos variables	
	El modelo de regresión múltiple	
	Correlación serial y heterocedasticidad	
	Variables instrumentales y especificación del modelo	
	Estimación de una sola ecuación	
	Estimación no lineal y de máxima verosimilitud	
	Modelos de elección cualitativa	
	Estimación de ecuaciones simultáneas	
	Modelos de simulación	
Suavizamiento y extrapolación de series de tiempo		
Propiedades de las series de tiempo estocásticas		
Modelos lineales de series de tiempo		
Estimación y pronóstico con modelos de series de tiempo		
Aplicaciones de los modelos de series de tiempo		
<p><b>Fundamentos de Econometría Intermedia: Teoría y Aplicaciones.</b>  Rosales, Perdomo, Morales y Urrego. (2010)</p>	Variables omitidas no cuantificables, variables proxy, endogeneidad y mínimos cuadrados en dos etapas	<p>En los capítulos se realiza una introducción, luego se da la explicación de la temática acompañado de algunos ejemplos y finaliza con un resumen.</p> <p>No se presentan secciones de problemas ni ejercicios y el enfoque principal se encuentra en la Matemática.</p>
	Modelos de ecuaciones simultáneas	
	Modelos de probabilidad: lineal, probit y logit	
	Introducción a series de tiempo	
	Metodología Box-Jenkins para pronosticar series de tiempo	
	Modelos de rezagos distribuidos y autorregresivos, causalidad de Granger y cointegración	
	Modelos para datos de corte transversal agrupados en el tiempo	
Modelos para datos panel o longitudinales		
<p><b>Introducción a la econometría. Un enfoque moderno.</b>  Wooldridge. (2010)</p>	La naturaleza de la econometría y los datos económicos	<p>En cada capítulo, se expone una explicación matemática de los conceptos y se van presentando varios ejemplos con contexto económico. Cada capítulo termina con una sección de problemas y una sección de ejercicios en computadora.</p> <p>A lo largo del capítulo se presentan cuadros de pregunta que los estudiantes pueden realizar para profundizar más en las temáticas.</p>
	El modelo de regresión simple	
	Análisis de regresión múltiple	
	Heterocedasticidad	
	Más sobre especificación y temas de datos	
	Análisis básico de regresión con datos de series de tiempo	
	Aspectos adicionales de MCO con datos de series de tiempo	
	Correlación serial en regresiones de series de tiempo	
	Combinación de cortes transversales en el tiempo	
	Métodos avanzados para datos de panel	
	Estimación con variables instrumentales y mínimos cuadrados	
	Modelos de ecuaciones simultáneas	
	Modelos de variable dependiente limitada	
Temas avanzados de series de tiempo		
Realización de un proyecto empírico		

Finalmente, en los dos primeros libros de “Econometría Intermedia” se presenta una menor cantidad de ejemplos, problemas y ejercicios con contexto económico, estos se encuentran más enfocados en la explicación matemática. Sin embargo, el libro de Wooldridge (2010) destaca por su mayor cantidad de ejemplos, problemas y ejercicios relacionados con temáticas económicas, como se observa en la *Figura 15*.

**Figura 15.**

*Ejemplo de aplicación en el libro de Wooldridge.*

**Ejemplo 2.8****[Sueldo de los CEO y rendimiento sobre el capital]**

En la regresión del sueldo de los CEO, se obtiene lo siguiente:

$$\widehat{salary} = 963.191 + 18.501 roe$$

**2.39**

$$n = 209, R^2 = 0.0132.$$

Para mayor claridad se dan de nuevo la línea de regresión de MCO y la cantidad de observaciones. Empleando la *R*-cuadrada (redondeada a cuatro cifras decimales) dada para esta ecuación, se puede ver en realidad cuánto de la variación en el salario es explicado por el rendimiento sobre el capital. La respuesta es: no mucho. El rendimiento sobre el capital de las empresas sólo explica, aproximadamente, 1.3 por ciento de la variación en los salarios de esta muestra de 209 CEO. Esto significa que ¡98.7 por ciento de la variación en los salarios de estos CEO no queda explicada! Esta falta de poder explicativo no debe sorprender, pues hay otras múltiples características, tanto de la empresa como de cada CEO, que influyen en el sueldo; estos factores quedan necesariamente incluidos en los errores en un análisis de regresión simple.

*Nota.* Tomado de Wooldridge (2010).

## 6. Resultados

En este capítulo de la investigación, se presentan los resultados encontrados después del análisis documental que aborda el objetivo de la investigación: *identificar conexiones entre la Matemática y la Economía, desde el análisis curricular del plan de estudios de Economía de la Universidad Industrial de Santander*, buscando responder a la pregunta *¿ qué conexiones existen entre la Matemática y la Economía, desde la perspectiva del plan de estudios de Economía de la Universidad Industrial de Santander?*. El capítulo se organiza en tres apartados: i) conexiones curriculares; ii) conexiones conceptuales; y iii) Interconexiones. Es importante recordar que el análisis anterior se enfocó en la búsqueda de evidencias textuales de las relaciones con el contexto económico.

### 6.1. Conexiones Curriculares

Como se pudo apreciar en la *Figura 5* del capítulo cinco, sobre las *competencias matemáticas*, en 4 de las 50 competencias planteadas en las diferentes asignaturas se identificó una conexión directa con el contexto económico. De estas cuatro, las siguientes competencias se presentan en la asignatura “Econometría Básica”:

- i.* Realiza predicciones de comportamientos de las principales **variables económicas**.

Esta competencia se conecta puesto que realiza predicciones sobre *variables económicas* por ende se vincula con problemas en contextos económicos, pues de allí, salen este tipo de variables.

- ii.* Fundamenta la toma de decisiones para la solución de *problemas propios del área* y evalúa el impacto de dichas decisiones, así como de políticas, planes y programas, a partir de modelos de regresión para variables dependientes continuas.

Esta competencia se destaca por resaltar *problemas propios del área* entendiendo que el área es la Econometría y por ende son problemas con contexto económico.

*iii.* Relaciona los **conceptos económicos**, matemáticos y estadísticos.

Esta competencia evidencia la conexión con el contexto económico, debido a que se plantea el estudio de las relaciones entre *conceptos matemáticos y económicos*.

La última competencia se encuentra en la asignatura de “Econometría de series de tiempo”:

*iv.* Plantear, estimar y evaluar modelos que permitan analizar la estructura interna de las series de tiempo y comprender su proceso generador de datos, a fin de pronosticar comportamientos futuros, **modelar ciclos económicos**, estimar la volatilidad de las series y mejorar la estimación de los modelos de regresión, entre otros.

Que se destaca por el planteamiento de *modelos económicos* que claramente están conectados con situaciones en contexto económico.

En las demás competencias no se encuentran conexiones directas con situaciones económicas, se observó que el enfoque principal está dado por el estudio de la Matemática más que por la aplicación de los conocimientos en situaciones económicas.

Algo similar ocurre con los *indicadores de aprendizaje* presentados en la *Figura 6* del capítulo 5. De los 37 indicadores, se identificó en 4 una conexión directa, de estos, los siguientes 3 indicadores se encuentran en la asignatura “Cálculo”:

*i.* Utiliza los métodos para derivar e integrar y realiza **aplicaciones económicas**.

En este indicador se evidencia el enfoque de estudiar las *aplicaciones de las derivadas e integrales en contextos económicos*.

*ii.* Resuelve problemas y ejercicios con límites en *situaciones de carácter económico*.

Se evidencia textualmente el uso de límites en *situaciones económicas*.

*iii.* Distingue con claridad el alcance de las matemáticas en la *solución de problemas económicos*.

Se destaca la capacidad de distinguir el *uso de los objetos matemáticos en situaciones económicas*.

El otro indicador conectado con la Economía se encuentra en la asignatura “Cálculo diferencial e Integral”:

*iv.* Comprende el uso de la derivada y *su aplicación en la Economía*.

En este indicador también se enfatiza el enfoque en las *aplicaciones de la derivada en contextos económicos*.

En los demás indicadores no se encontró una conexión directa con el contexto económico, igualmente, se encuentran más enfocados en evaluar los elementos matemáticos más que la aplicación económica que estos tienen.

Finalmente, en las estrategias de enseñanza se plantea un enfoque en la resolución de problemas, pero no se especifica sobre los tipos de problemas a tratar, o en qué contextos se plantean, por lo que no se observa que las estrategias estén enfocadas en la enseñanza de la aplicación en contextos económicos.

## **6.2. Conexiones Conceptuales**

En cuanto a las conexiones conceptuales, luego de analizar los *contenidos matemáticos* y los subtemas asociados, se encuentran conexiones de estos con el contexto económico (como se

pudo observar en la *Tabla 8* del capítulo 5), aunque cabe mencionar que los objetos económicos no se establecen directamente en los planes de estudios, estos se extrajeron de los libros de texto.

Del mismo modo, al revisar los *recursos bibliográficos* se encontraron grandes conexiones con temáticas económicas, pues el análisis reveló que la mayoría de los libros presentan un enfoque y una estructura orientada hacia la aplicación de los objetos matemáticos en contextos económicos, presentando ejemplos, ejercicios e incluso capítulos completos dedicados a la aplicación de la Matemática en Economía.

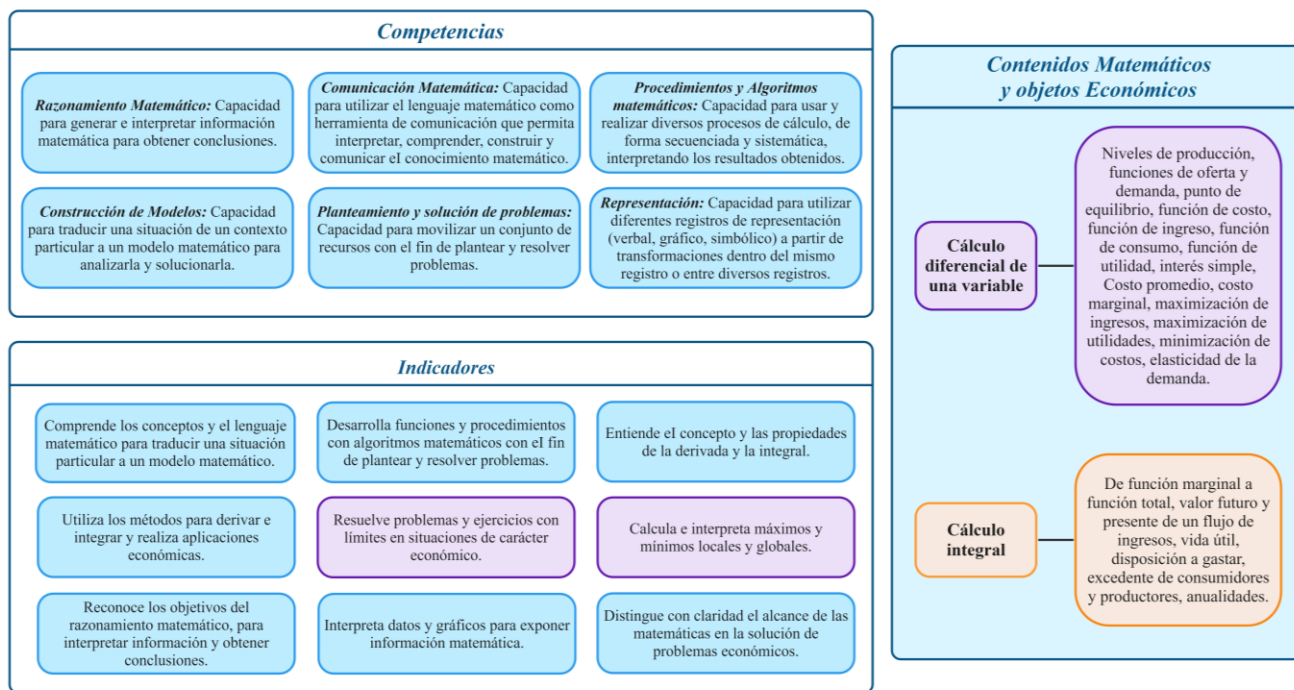
Es por esto que se puede afirmar que en todos los planes de estudio analizados existen conexiones conceptuales. Tanto los contenidos matemáticos que se abordan en los cursos, como los recursos seleccionados, demuestran la aplicabilidad de los conceptos en contextos económicos y ofrecen un respaldo matemático y económico sólido para el aprendizaje de los estudiantes de Economía.

### **6.3. Interconexiones**

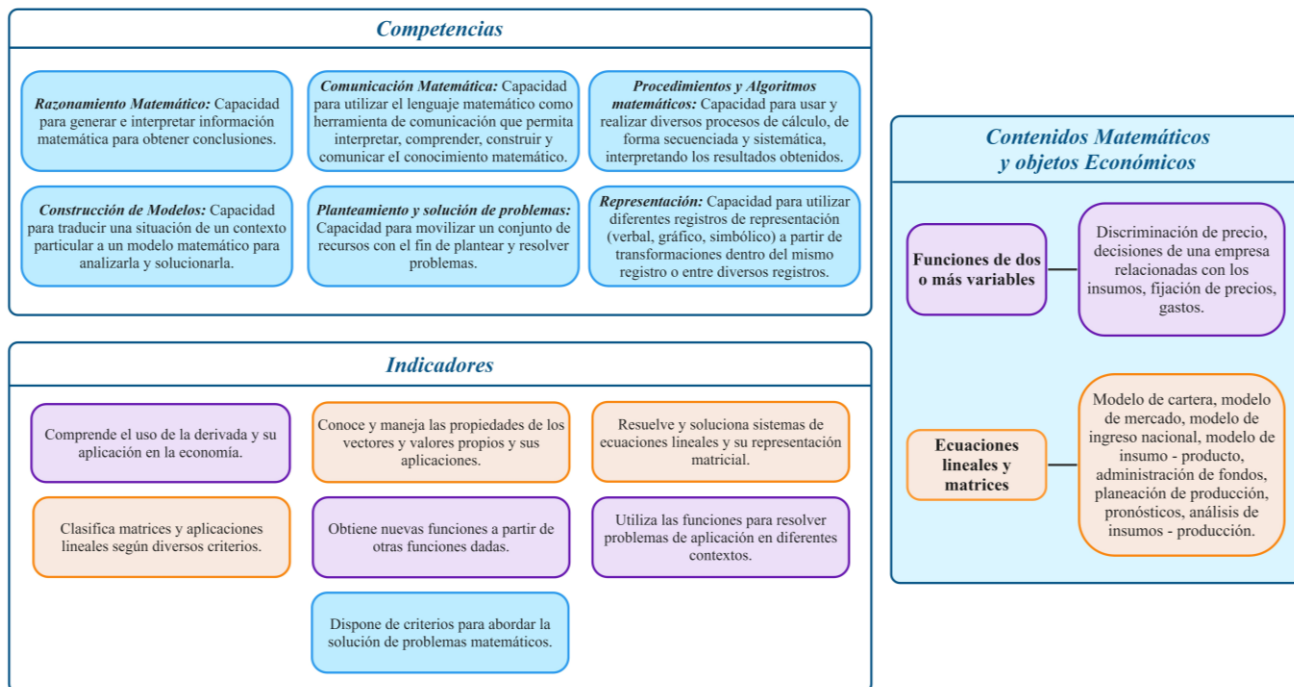
Las conexiones curriculares van de la mano con las conexiones conceptuales, porque cada competencia e indicador se puede asociar con contenidos matemáticos específicos, lo que a su vez permite la relación con el contexto económico. Por ende, en las figuras 16 a 22 se propone una relación entre estos dos tipos de conexiones.

En estas figuras se resaltan los contenidos matemáticos y objetos económicos en colores específicos (morado, naranja, verde y/o amarillo). Cada competencia e indicador se resalta del mismo color que los contenidos y objetos si se encuentra relacionado con ellos. Además, aquellas competencias e indicadores que están vinculados con todos los contenidos matemáticos y objetos económicos se resaltan en color azul.

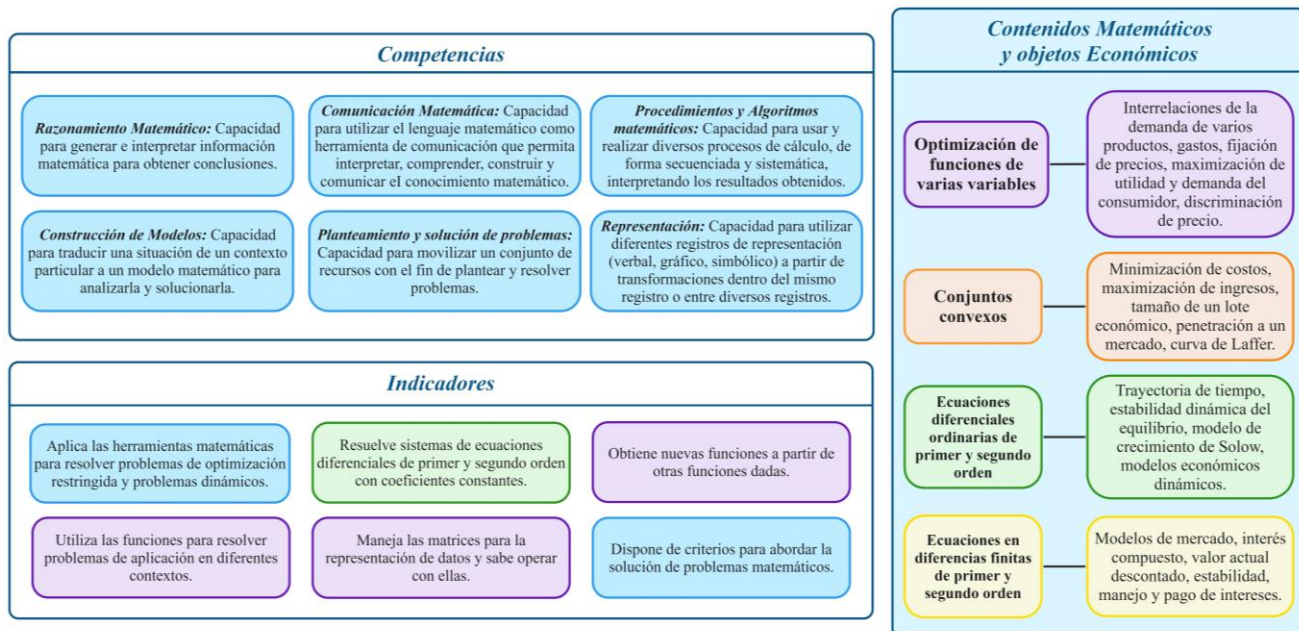
**Figura 16.**  
*Relación conexiones "Cálculo"*



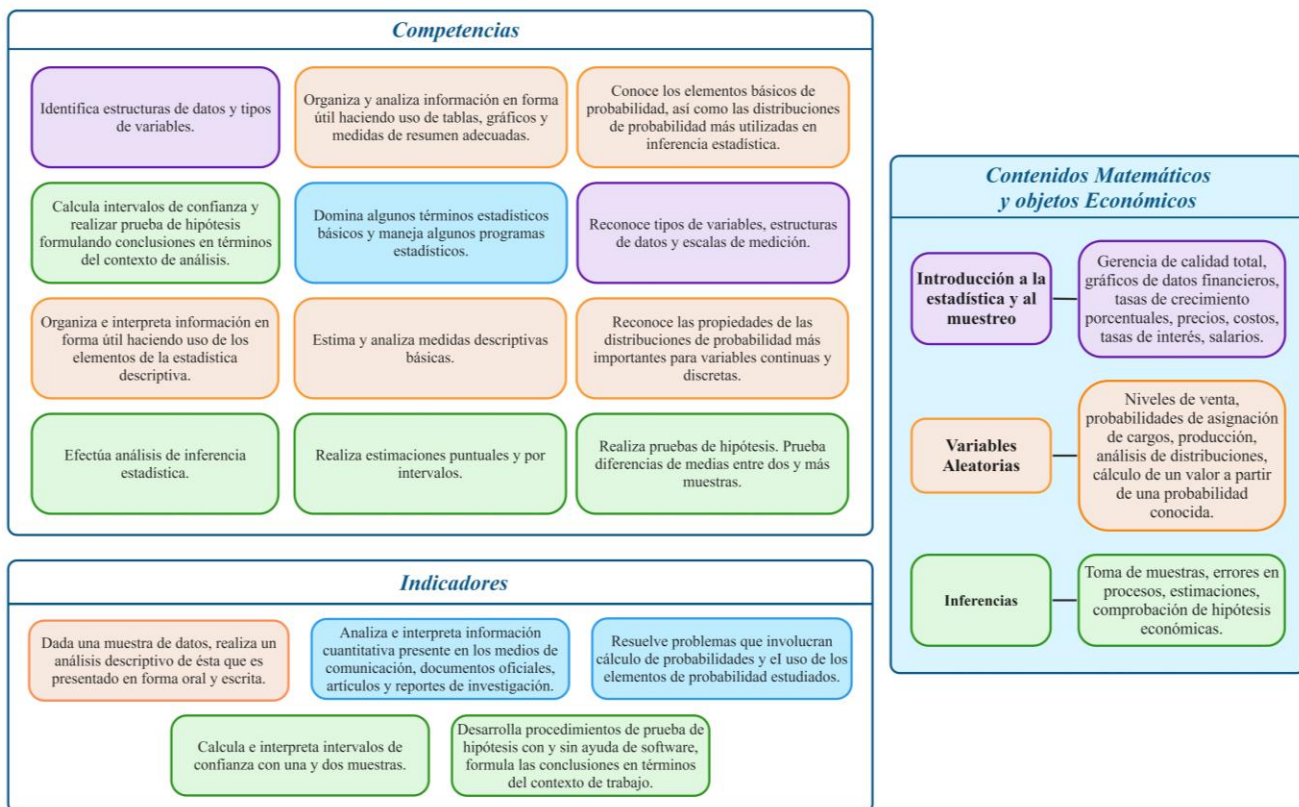
**Figura 17.**  
*Relación Conexiones "Cálculo diferencial e Integral"*



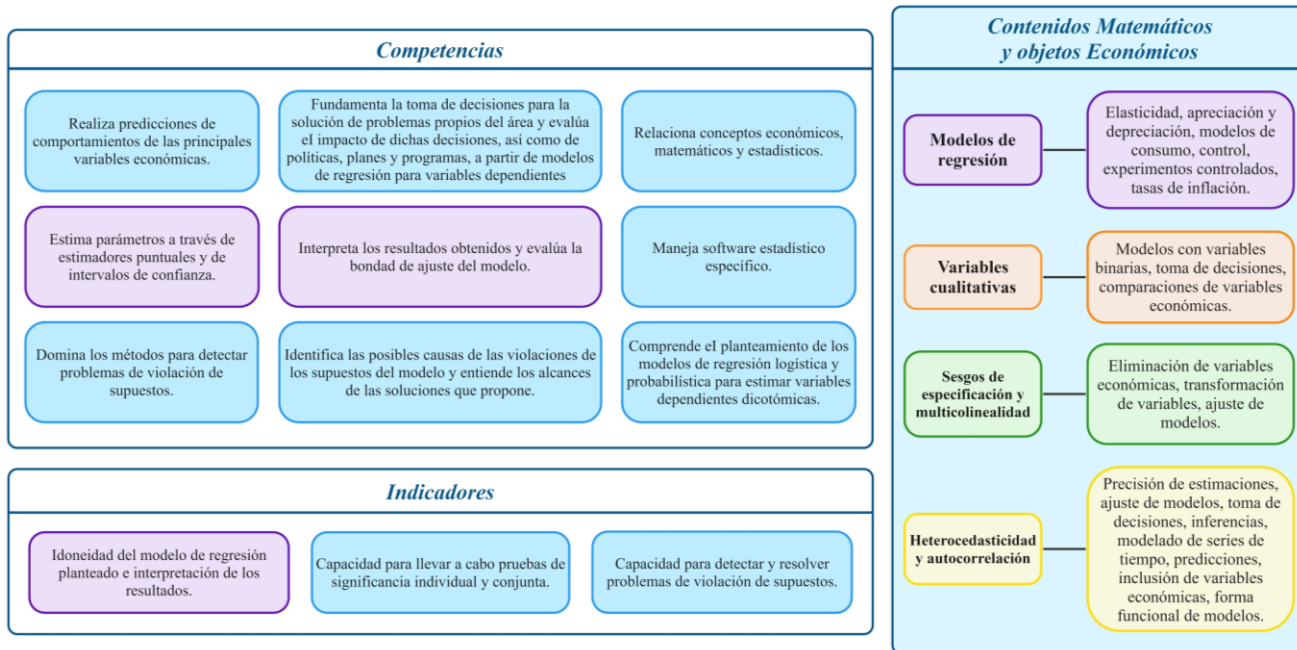
**Figura 18.**  
*Relación Conexiones “Optimización”*



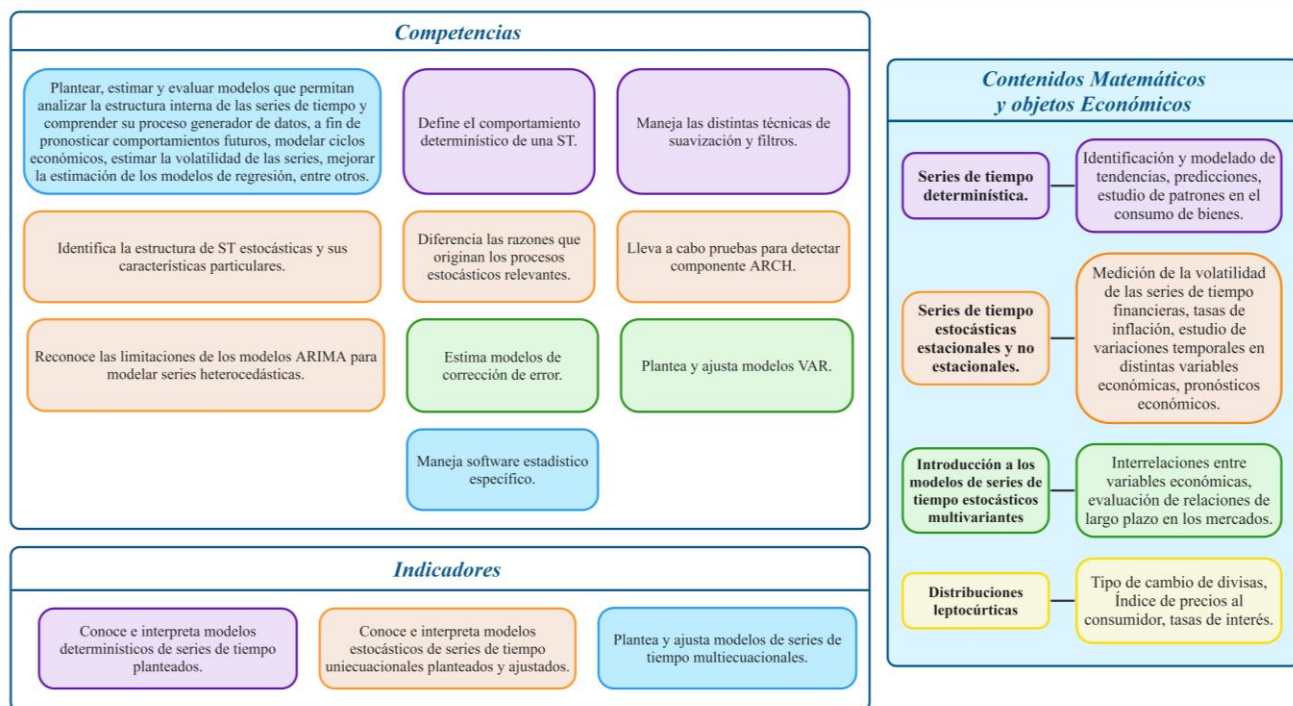
**Figura 19.**  
*Relación Conexiones “Probabilidad y Estadística”*



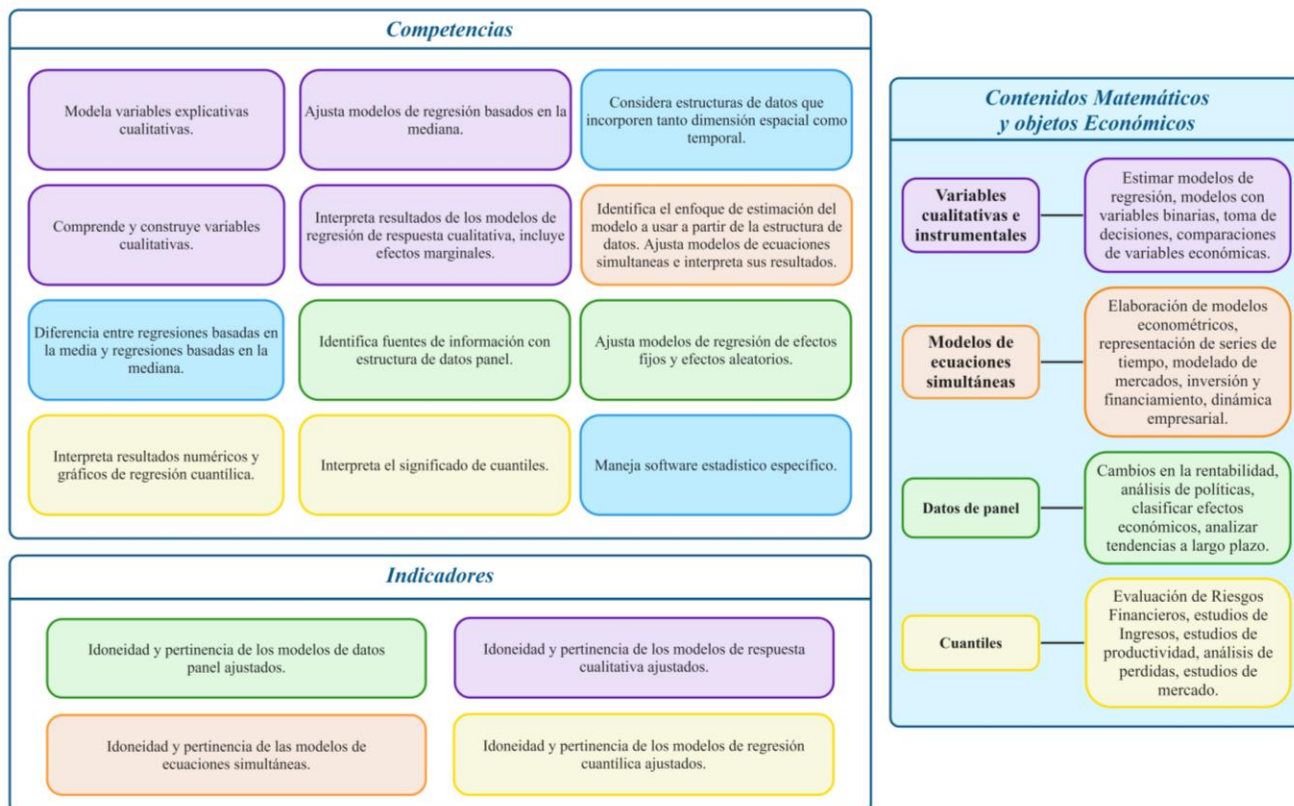
**Figura 20.**  
*Relación Conexiones “Econometría Básica”*



**Figura 21.**  
*Relación Conexiones “Econometría Series de Tiempo”*



**Figura 22.**  
*Relación Conexiones “Econometría Intermedia”*



## 7. Conclusiones

En este capítulo se presentan las conclusiones de la investigación, atendiendo a la pregunta y el objetivo planteado. El capítulo se organiza en cuatro apartados: i) conexiones curriculares; ii) conexiones conceptuales; iii) aspectos adicionales; y iv) perspectivas de investigación.

### 7.1. Conexiones Curriculares

Luego de analizar los siete planes de estudio, se concluye que las conexiones curriculares, entre la Matemática y la Economía, son escasas con relación al contexto Económico. Por ende, se resalta la importancia de integrar de manera más directa aspectos económicos en las competencias, indicadores y estrategias de enseñanza y aprendizaje, para que estos elementos presenten el

enfoque adecuado para el programa de Economía. Esto facilitaría una enseñanza más efectiva de la Matemática en el campo de la Economía, permitiendo una formación interdisciplinar.

## **7.2. Conexiones Conceptuales**

Tras examinar los planes de estudio se concluye que estos presentan una gran cantidad de conexiones conceptuales pues tanto los contenidos matemáticos como los recursos bibliográficos reflejan gran relación con objetos económicos. Esto resalta la pertinencia de estos elementos para la formación de los estudiantes.

No obstante, como se mencionó en los resultados, los objetos económicos no están presentes de manera directa en los planes de estudio. Por lo tanto, resultaría beneficioso incorporar estos objetos en los planes, asociándolos con los contenidos matemáticos correspondientes. De esta manera, serían más claros los temas específicos que se deberían desarrollar en las diferentes asignaturas.

## **7.3. Aspectos Adicionales**

En consecuencia, de los resultados se destaca la importancia de precisar la relación de la Matemática con la Economía, debido a la interdisciplinariedad inherente entre ambas áreas, las cuales proveen las bases para entender y enseñar conceptos económicos a través de modelos matemáticos. Esta comprensión no solo equipa a los futuros docentes con herramientas analíticas fundamentales para abordar conceptos económicos complejos, sino que también prepara a los estudiantes para carreras en campos relacionados con la Economía y fomenta habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, esenciales tanto en el ámbito académico como laboral.

Otro aspecto que se concluye de la presente investigación es que resultaría beneficioso integrar la enseñanza de la Economía en la formación docente. No solo facilitaría a los profesores abordar estas asignaturas con mayor naturalidad, pues tendrían conocimiento tanto matemático como en aspectos de Economía; sino que también respondería a la necesidad educativa global de la enseñanza de Economía.

Este planteamiento es respaldado por diferentes iniciativas y proyectos realizados a nivel nacional. Por ejemplo, el MEN (2014) planteó orientaciones pedagógicas para la Educación Económica y Financiera a través del documento “Mi plan, mi vida y mi futuro”. En donde el objetivo principal es “promover en las niñas, niños, adolescentes y jóvenes el desarrollo de competencias básicas y ciudadanas, así como el pensamiento crítico y reflexivo necesario para la toma de decisiones responsables e informadas sobre temas económicos y financieros” (p. 13).

Asimismo, la Comisión Intersectorial para la Educación Económica y Financiera (2017) plantea una Estrategia Nacional de Educación Económica y Financiera “orientada a mejorar la manera como se ofrece la Educación Económica y Financiera a la población del país en las distintas etapas de la vida” (p. 9).

Esto muestra la importancia no solo de detallar más la relación de los diferentes elementos con la Economía en los planes de estudio, sino también de asegurar que los profesores cuenten con una formación sólida en Economía. De esta manera, el docente encargado de cada una de estas asignaturas tendrá tanto un dominio matemático sólido, como un mejor enfoque hacia la aplicación en contextos económicos, lo que resultará en una enseñanza más efectiva para los futuros profesionales en Economía.

#### 7.4. Perspectivas de Investigación

Finalmente, a lo largo de la investigación surgieron interrogantes que no pudieron ser resueltos en esta investigación. Estos interrogantes abren perspectivas de investigación y reflexión que pueden ampliar la comprensión sobre las conexiones existentes entre la Matemática y la Economía.

1. En primer lugar, es importante mencionar que, si bien se analizaron las conexiones entre la Matemática y la Economía, este análisis se realizó de manera general para todas las asignaturas, sin embargo, resulta interesante pensar en, *¿qué conexiones se pueden encontrar si se analizan de manera más profunda estas asignaturas?*
2. Otro aspecto de interés es comprender como los docentes encargados de una asignatura del programa de Economía enfocan sus clases hacia el uso de los contenidos en Economía, surgiendo así la pregunta, *¿cómo implementan los profesores los diferentes planes de estudio dentro del aula?*
3. Además, como se evidenció en la investigación, el enfoque se centró en la relación entre la Matemática y la Economía, analizando el componente matemático y a partir de allí conectarlo con la Economía, pero resulta llamativo pensar de manera contraria, es decir, *¿cómo se pueden utilizar las situaciones y contenidos económicos para enriquecer la enseñanza de la Matemática?*
4. Finalmente, dado que la revisión de los libros se realizó de manera superficial, surge el interés por realizar una revisión más profunda de las situaciones con contexto económico, buscando responder a la pregunta *¿qué elementos matemáticos se profundizan en las situaciones con contexto económico planteadas en los libros?*

### Referencias Bibliográficas

- Actis, E. (2023). *¿Qué es la Economía?*. (1ª ed.). Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.
- Budnick, F. (2007). *Matemáticas aplicadas para Administración, Economía y ciencias Sociales*. (4ª ed.). McGraw-Hill.
- Businskas, A. (2008). *Conversations about connections: How secondary mathematics teachers conceptualize and contend with mathematical connections* [Tesis de Doctorado]. Simon Fraser University.
- Canavos, G. (1988). *Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y métodos*. McGraw-Hill.
- Chiang, A. (2006). *Métodos Fundamentales de Economía Matemática*. (4ª ed.). McGraw-Hill.
- Comisión Intersectorial para la Educación Económica y Financiera. (2017). *Estrategia nacional de Educación Económica y Financiera de Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Dolores, C. y García, J. (2017). *Conexiones intramatemáticas y extramatemáticas que se producen al resolver problemas de cálculo en contexto: Un estudio de casos en el nivel superior*. Bolema: Boletim de Educação Matemática, 31 (57), pp. 158-180.
- Dolores, C. & García, J. (2018). *Intra-mathematical connections made by high school students in performing Calculus tasks*. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 49 (2), pp. 227-252.
- Escobar, D. (2005). *Matemática Económica*. (2ª ed.). Ediciones Uniandes; Alfaomega. Universidad de los Andes.

Escuela de Economía y Administración. (2011). *Proyecto educativo del programa de Economía*.

[Documento inédito]. Universidad Industrial de Santander.

Evitts, T. (2004). *Investigating the mathematical connections that preservice teachers use and develop while solving problems from reform curricula* [Tesis de Doctorado]. Pennsylvania State University College of Education.

García, J., Hernández, M. y Rivera, M. (2022). *Conexiones Matemáticas promovidas en los planes y programas de estudio mexicanos de nivel secundaria y media superior sobre el concepto de ecuación cuadrática*. IE Revista De Investigación Educativa de la REDIECH. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v13i0.1485](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v13i0.1485)

Guerrero, V. (2000). *Estadística Básica para estudiantes de Economía y otras Ciencias Sociales*. (2ª ed.). Fondo de Cultura Económica. México.

Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. (5ª ed.). McGraw-Hill.

Haeussler, E. y Paul, R. (2003). *Matemáticas para la Administración y Economía*. (10ª ed.). Pearson Prentice Hall.

Hanke, J. y Wichern, D. (2006). *Pronósticos en los negocios*. (8ª ed.). Pearson.

Hoffmann, A. & Even, R. (2023). *The mutual contribution between mathematics and other fields: Mathematicians' and teachers' views*. ZDM - Mathematics Education. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01496-1>

Liern, V. (2013). *¿Qué desarrollar en el área de matemáticas en la Economía?. Ideas para el aula*. Uno: Revista de didáctica de las matemáticas. 62, pp. 11-20.

- Marín, K. (2020). *Programa de educación económica y financiera para la formación del docente de Matemática de educación básica y media*. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de licenciado en Matemáticas. Universidad del Atlántico.
- Mcintosh, A., Reys, B. & Reys, R. (1992). *A proposed framework for examining basic number sense*. For the Learning of Mathematics. (12), pp. 2-8.
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares de Matemáticas*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional. (2014). *Mi plan, mi vida y mi futuro. Orientaciones pedagógicas para la Educación Económica y Financiera*. Bogotá, Colombia.
- Morales, O. (2003). *Fundamentos de la Investigación Documental y la Monografía*. Grupo Multidisciplinario de Investigación en Odontología. Universidad de los Andes. Venezuela.
- Muñoz, A., Barros, J. y Valbuena, S. (2018). *Análisis de la Educación Económica y Financiera en la Educación Básica y Media: Una Mirada a la Formación de los Docentes en Matemáticas*. Memorias del Cuarto Encuentro Internacional de Investigación en Educación Matemática. Universidad del Atlántico. (3), pp. 61 – 68.
- Nodo de Escuela Reforma Curricular. (2022). *Propuesta de Reforma Curricular. Economía*. [Documento inédito]. Escuela de Economía y Administración. Universidad Industrial de Santander.
- Novales, A. (1993). *Econometría*. (2ª ed.). McGraw-Hill.

Peña, D. (2005). *Análisis de series temporales*. Alianza Editorial. Madrid.

Pindyck, R. y Rubinfeld, D. (2001). *Econometría: Modelos y Pronósticos*. (4ª ed.). McGraw-Hill.

Resolución 2774 de 2003 [Ministerio de Educación Nacional]. Por la cual se definen las características específicas de calidad de los programas de pregrado en Economía. 13 de Noviembre de 2003.

Rosales, R., Perdomo, J., Morales, C. y Urrego, J. (2010). *Fundamentos de Econometría Intermedia: Teoría y Aplicaciones*. Ediciones Uniandes. CEDE. Universidad de los Andes.

Sarmiento, P. y Tovar, M. (2007). *El análisis documental en el diseño curricular: Un desafío para los docentes*. Colombia Médica. 38 (4), pp. 54-63.

Serrano, L. (2013). *La modelización matemática en los estudios universitarios de Economía Y empresa: Análisis Ecológico y Propuesta Didáctica*. [Tesis de Doctorado]. IQS School of Management. Universidad Ramon Llul.

Stock, J. y Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría*. (3ª ed.). Pearson.

Sydsaeter, K. y Hammond, P. (1996). *Matemáticas para el análisis económico*. Prentice Hall.

Weber, J. (1984). *Matemática para Administración y Economía*. (4ª ed.). Editorial Harla.

Webster, A. (2000). *Estadística aplicada a los negocios y la Economía*. (3ª ed.). McGraw-Hill.

Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la Econometría. Un enfoque Moderno*. (4ª ed.). Cengage.

---

## **Apéndices**

---

*Apéndice A. Competencias en el PEP Antiguo*

Competencias Matemáticas del PEP Antiguo							
Matemática Económica I	Matemática Económica II	Matemática Económica III	Estadística Básica	Estadística Económica	Econometría I	Econometría II	Seminario de Profundización en Econometría
Conoce y aplica los conceptos, lenguaje y simbología de la Matemática económica.	Entiende el concepto de límite y de las derivadas.	Maneja modelos de programación lineal para resolver situaciones problema.	Comprenda los elementos claves de la estadística descriptiva.	Analiza relaciones de dependencia y hace inferencias basadas en el estudio de dos muestras.	Suministrar las herramientas teóricas que faciliten el planteamiento de modelos econométricos.	Suministrar las herramientas teóricas que faciliten el planteamiento y solución de modelos econométricos en los cuales la variable dependiente es discreta.	Comprende los efectos que tienen regresores estocásticos en el modelo lineal general.
Desarrolla habilidades lógicas para plantear y resolver problemas.	Maneja algunos algoritmos propios del cálculo integral.	Entiende y calcula ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden y las ecuaciones en diferencia.	Comprende y maneja los elementos de probabilidad.	Relaciona preguntas de interés científico con métodos de muestreo y los diseños de experimentos.	Proporcionar las herramientas teóricas y prácticas que faciliten la realización de pruebas de hipótesis acerca de la validez de los parámetros del modelo.	Suministrar las herramientas teóricas que faciliten el planteamiento de modelos econométricos con series de tiempo.	Comprende la importancia del modelo de ecuaciones simultáneas en análisis económico.
Adquiere conocimiento sobre herramientas para comprender el razonamiento geométrico.				Ajusta modelos de regresión lineal que le permitan hacer predicciones.			
Utiliza y aplica los conceptos y operaciones matemáticas en la realidad económica.	Optimiza funciones de una o varias variables.	Maneja y utiliza el lenguaje matemático.	Efectúa análisis de inferencia estadística.	Maneja algunos programas estadísticos e interpreta los resultados obtenidos en el contexto de trabajo.	Proporcionar las herramientas teóricas y prácticas que permitan validar los supuestos del modelo de regresión lineal.	Procurar las herramientas teóricas que faciliten el planteamiento de modelos econométricos en las cuales las variables se determinan mutuamente.	Comprende la importancia del modelo de datos de panel en análisis económico.
				Analiza bases de datos multivariadas utilizando las técnicas apropiadas, utiliza argumentos estadísticos para sustentar una decisión.			

Nota. Adaptado de Escuela de Economía y Administración (2011).

*Apéndice B. Competencias en el PEP Vigente*

Competencias Matemáticas en el PEP Vigente						
Cálculo	Cálculo diferencial e integral	Optimización y Álgebra lineal	Probabilidad y estadística	Econometría Básica	Econometría de Series de Tiempo	Econometría Intermedia
<p><b>Razonamiento Matemático:</b> Capacidad para generar e interpretar información matemática para obtener conclusiones.</p>			Competencias Cognitivas	Competencias Cognitivas	Competencias Cognitivas	Competencias Cognitivas
			Identifica estructura de datos y tipos de variables.	Realiza predicciones de comportamientos de las principales variables económicas.	Plantear, estimar y evaluar modelos que permitan analizar la estructura interna de las series de tiempo y comprender su proceso generador de datos, a fin de pronosticar comportamientos futuros, modelar ciclos económicos, estimar la volatilidad de las series y mejorar la estimación de los modelos de regresión, entre otros.	Modela variables explicativas cualitativas.
Organiza y analizar información en forma útil haciendo uso de tablas, gráficos y medidas de resumen adecuadas.						
<p><b>Comunicación Matemática:</b> Capacidad para utilizar el lenguaje matemático como herramienta de comunicación que permita interpretar, comprender, construir y comunicar el conocimiento matemático.</p>			Conoce los elementos básicos de probabilidad, así como las distribuciones de probabilidad más utilizadas en inferencia estadística.	Fundamenta la toma de decisiones para la solución de problemas propios del área y evalúa el impacto de dichas decisiones, así como de políticas, planes y programas, a partir de modelos de regresión para variables dependientes continuas	Ajusta modelos de regresión basados en la mediana.	Considera estructuras de datos que incorporen tanto dimensión espacial como temporal.
			Calcula intervalos de confianza y realizar prueba de hipótesis formulando conclusiones en términos del contexto de análisis.			
<p><b>Procedimientos y Algoritmos matemáticos:</b> Capacidad para usar y realizar diversos procesos de cálculo, de forma secuenciada y sistemática, interpretando los resultados obtenidos.</p>			Maneja algunos programas estadísticos.	Competencias Procedimentales	Competencias Procedimentales	Competencias Procedimentales
			Domina algunos términos estadísticos básicos.	Relaciona conceptos económicos, matemáticos y estadísticos.	Define el comportamiento determinístico de una ST.	Comprende y construye variables cualitativas.
			Reconoce tipos de variables, estructuras de datos y escalas de medición.	Estima parámetros a través de estimadores puntuales y de intervalos de confianza.	Maneja las distintas técnicas de suavización y filtros.	Interpreta resultados de los modelos de regresión de respuesta cualitativa, incluye efectos marginales.

<p><b>Construcción de Modelos:</b> Capacidad para traducir una situación de un contexto particular a un modelo matemático para analizarla y solucionarla.</p>	<p>Organiza e interpreta información en forma útil haciendo uso de los elementos de la estadística descriptiva.</p>	<p>Interpreta los resultados obtenidos y evalúa la bondad de ajuste del modelo.</p>	<p>Identifica la estructura de ST estocásticas y sus características particulares.</p>	<p>Identifica el enfoque de estimación del modelo a usar a partir de la estructura de datos. Ajusta modelos de ecuaciones simultáneas e interpreta sus resultados.</p>
	<p>Estima y analiza medidas descriptivas básicas.</p>	<p>Maneja software estadístico específico.</p>	<p>Diferencia las razones que originan los procesos estocásticos relevantes.</p>	
<p><b>Planteamiento y solución de problemas:</b> Capacidad para movilizar un conjunto de recursos con el fin de plantear y resolver problemas.</p>	<p>Reconoce de las propiedades de las distribuciones de probabilidad más importantes para variables continuas y discretas.</p>	<p>Domina los métodos para detectar problemas de violación de supuestos.</p>	<p>Lleva a cabo pruebas para detectar componente ARCH.</p>	<p>Diferencia entre regresiones basadas en la media y regresiones basadas en la mediana.</p>
	<p>Efectúa análisis de inferencia estadística.</p>	<p>Identifica las posibles causas de las violaciones de los supuestos del modelo y entiende los alcances de las soluciones que propone.</p>	<p>Reconoce las limitaciones de los modelos ARIMA para modelar series heterocedásticas.</p>	<p>Identifica fuentes de información con estructura de datos panel.</p>
<p><b>Representación:</b> Capacidad para utilizar diferentes registros de representación (verbal, gráfico, simbólico) a partir de transformaciones dentro del mismo registro o entre diversos registros.</p>	<p>Realiza estimaciones puntuales y por intervalos.</p>	<p>Estima modelos de corrección de error.</p>	<p>Ajusta modelos de regresión de efectos fijos y efectos aleatorios.</p>	
		<p>Plantea y ajusta modelos VAR.</p>	<p>Interpreta resultados numéricos y gráficos de regresión cuantílica.</p>	
	<p>Realiza pruebas de hipótesis. Prueba diferencias de medias entre dos y más muestras.</p>	<p>Maneja software estadístico específico.</p>	<p>Interpreta el significado de cuantiles.</p>	<p>Maneja software estadístico específico.</p>

Nota. Adaptado de Nodo de Escuela Reforma Curricular (2022).

Apéndice C. Indicadores en el PEP Antiguo

Indicadores de aprendizaje del PEP Antiguo							
Matemática Económica I	Matemática Económica II	Matemática Económica III	Estadística Básica	Estadística Económica	Econometría I	Econometría II	Seminario de Profundización en Econometría
Comprende y desarrolla funciones, principalmente la recta, las cuadráticas, las exponenciales, logarítmica y polinómica.	Entiende el concepto y las propiedades de la derivada y la integral.	Resuelve problemas de Programación Matemática.	Dada una muestra de datos, realiza un análisis descriptivo de ésta que es presentado en forma oral y escrita.	Maneja el lenguaje estadístico.	Reconoce los tipos de datos que se trabajan en econometría.	Plantea y resuelve modelos econométricos en los cuales la variable dependiente es discreta.	Comprende las propiedades asintóticas de los estadísticos MCO.
			Analiza e interpreta información cuantitativa presente en los medios de comunicación, documentos oficiales, artículos y reportes de investigación.		Diferencia entre las variables utilizadas en la construcción de modelos econométricos.	Identifica y maneja las debilidades y fortalezas del modelo lineal de probabilidad, el modelo logit y el probit.	
	Utiliza los métodos para derivar e integral.	Adquiere un conocimiento para plantear y resolver problemas para asignación de los recursos disponibles.	Resuelve problemas que involucran cálculo de probabilidades y el uso de los elementos de probabilidad estudiados.	Aplica las herramientas de la estadística para solución de problemas económicos.	Resuelve el modelo de regresión lineal en forma matricial.	Identifica situaciones en las cuales las variables a analizar se determinan mutuamente.	Realiza estimaciones consistentes por variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas.
			Calcula e interpreta intervalos de confianza con una y dos muestras.		Construye intervalo de confianza.		
Desarrolla los conceptos algebraicos (potenciación, radicación factorización, desarrollo de ecuaciones e inecuaciones), el trabajo con números reales, matrices, sumatorias y productorias.	Resuelve problemas y ejercicios con límites y realiza la interpretación geométrica.	Dispone de criterios para abordar la solución de problemas matemáticos.	Desarrolla procedimientos de prueba de hipótesis con y sin ayuda de software, formula las conclusiones en términos del contexto de trabajo.	Conoce y realiza prueba de hipótesis, verificando los diferentes supuestos.	Reconoce los problemas presentes en los modelos econométricos en función de los tipos de datos.	Identifica cuando una serie de tiempo es estacionaria o no.	Diferencia entre la forma estructural y reducida del modelo de ecuaciones simultáneas
			Formula preguntas de investigación y determina el método de recolección de datos y la técnica de análisis más apropiada.		Reconoce las consecuencias de la violación de los supuestos del modelo de regresión lineal.	Construye modelos econométricos para series de tiempo no estacionarios.	Realiza pruebas de hipótesis y comprende la utilización del modelo de ecuaciones simultáneas en el análisis econométrico.
					Corrige los problemas asociados a la violación de los supuestos del modelo de regresión.	Construye modelos para series de tiempo estacionarios.	

Nota. Adaptado de Escuela de Economía y Administración (2011).

**Apéndice D. Indicadores en el PEP Vigente**

<b>Indicadores de aprendizaje del PEP Vigente</b>						
<b>Cálculo</b>	<b>Cálculo diferencial e integral</b>	<b>Optimización y Álgebra lineal</b>	<b>Probabilidad y estadística</b>	<b>Econometría Básica</b>	<b>Econometría de Series de Tiempo</b>	<b>Econometría Intermedia</b>
Comprende los conceptos y el lenguaje matemático para traducir una situación particular a un modelo matemático.	Comprende el uso de la derivada y su aplicación en la Economía.	Aplica las herramientas matemáticas para resolver problemas de optimización restringida y problemas dinámicos.	Dada una muestra de datos, realiza un análisis descriptivo de ésta que es presentado en forma oral y escrita.	Idoneidad del modelo de regresión planteado e interpretación de los resultados.	Conoce e interpreta modelos determinísticos de series de tiempo planteados.	Idoneidad y pertinencia de los modelos de datos panel ajustados.
Desarrolla funciones y procedimientos con algoritmos matemáticos con el fin de plantear y resolver problemas.	Conoce y maneja las propiedades de los vectores y valores propios y sus aplicaciones.	Resuelve sistemas de ecuaciones diferenciales de primer y segundo orden con coeficientes constantes.	Analiza e interpreta información cuantitativa presente en los medios de comunicación, documentos oficiales, artículos y reportes de investigación.			
Entiende el concepto y las propiedades de la derivada y la integral.	Resuelve y soluciona sistemas de ecuaciones lineales y su representación matricial.	Obtiene nuevas funciones a partir de otras funciones dadas.	Resuelve problemas que involucran cálculo de probabilidades y el uso de los elementos de probabilidad estudiados.	Capacidad para llevar a cabo pruebas de significancia individual y conjunta.	Conoce e interpreta modelos estocásticos de series de tiempo uniecuacionales planteados y ajustados.	Idoneidad y pertinencia de los modelos de respuesta cualitativa ajustados.
Utiliza los métodos para derivar e integrar y realiza aplicaciones económicas.	Resuelve problemas y ejercicios con límites en situaciones de carácter económico.	Utiliza las funciones para resolver problemas de aplicación en diferentes contextos.				
Calcula e interpreta máximos y mínimos locales y globales.	Obtiene nuevas funciones a partir de otras funciones dadas.	Maneja las matrices para la representación de datos y sabe operar con ellas.	Calcula e interpreta intervalos de confianza con una y dos muestras.	Capacidad para detectar y resolver problemas de violación de supuestos.	Plantea y ajusta modelos de series de tiempo multiecuacionales.	Idoneidad y pertinencia de los modelos de regresión cuantílica ajustados.
Reconoce los objetivos del razonamiento matemático, para interpretar información y obtener conclusiones.	Utiliza las funciones para resolver problemas de aplicación en diferentes contextos.		Desarrolla procedimientos de prueba de hipótesis con y sin ayuda de software, formula las conclusiones en términos del contexto de trabajo.			
Interpreta datos y gráficos para exponer información matemática.	Dispone de criterios para abordar la solución de problemas matemáticos.	Dispone de criterios para abordar la solución de problemas matemáticos.				Idoneidad y pertinencia de las modelos de ecuaciones simultáneas.
Distingue con claridad el alcance de las matemáticas en la solución de problemas económicos.						

Nota. Adaptado de Nodo de Escuela Reforma Curricular (2022).

Apéndice E. Contenidos del PEP Antiguo

Contenidos del PEP Antiguo							
Matemática Económica I	Matemática Económica II	Matemática Económica III	Estadística Básica	Estadística Económica	Econometría I	Econometría II	Seminario de Profundización en Econometría
<p><b>Nivelación algebraica:</b> sistema de números reales, potenciación, radicación, factorización, ecuaciones e inecuaciones, sistema cartesiano.</p>	<p><b>Límites y derivadas:</b> Definición, propiedades, interpretación, continuidad, interpretación geométrica, regla de derivación, cálculo de derivadas de funciones de una variable, derivada de orden superior, derivación implícita, diferencial total, máximos, mínimos y graficación.</p>	<p><b>Planteamiento de modelos económicos en programación lineal:</b> Método gráfico, simples, gran M, problema dual, periodicidad o ciclaje.</p>	<p><b>Estadística descriptiva:</b> Introducción a la estadística, campos de aplicación, fuentes de información y métodos de recolección de datos, relación muestra-población, organización de los datos y variables, fases de un análisis estadístico, introducción al muestreo, medidas descriptivas, distribuciones de frecuencias, gráficos estadísticos y representaciones tabulares.</p>	<p><b>Análisis bivariados:</b> tablas de contingencia, medias y varianzas marginales, pruebas de independencia y de bondad de ajuste, covarianza y coeficiente de correlación, regresión.</p>	<p><b>Presentación de los modelos econométricos:</b> presentación de los modelos econométricos, conceptualización de la econometría, planteamiento intuitivo de los modelos econométricos, tipología de datos y de modelos, fases de elaboración de un modelo econométrico.</p>	<p><b>Variables dependientes cualitativas:</b> Introducción, modelos de elección binaria, el modelo lineal de probabilidad, el modelo logit, el modelo probit</p>	<p><b>Regresores estocásticos en el modelo lineal general:</b> modelos con regresores estocásticos, regresores estrictamente exógenos, regresores contemporáneos e exógenos, elementos de teoría asintótica, propiedades asintóticas de los estadísticos MCO, regresores endógenos, estimación consistente por variables instrumentales y mínimos cuadrados.</p>
<p><b>La recta:</b> Representación gráfica, forma dos puntos, forma punto pendiente, paralelismo, intersecciones, aplicaciones de oferta, demanda, punto de equilibrio en el mercado.</p>	<p><b>Integral:</b> Antiderivada, integral indefinida, integrales inmediatas, métodos de integración (sustitución simple, fracciones simples, integración por partes, binomios, funciones racionales, etc.), integral definida, método trapezoidal y aplicaciones.</p>	<p><b>Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden:</b> básicas, soluciones, variables separables, definiciones, propiedades, transformables a variables separables, exactas, transformables a exactas (factores integrantes), lineales, Bernoulli y Clairaut.</p>			<p><b>Planteamiento y especificación de modelos econométricos:</b> planteamiento del modelo básico uniecuacional, expresión del modelo básico de regresión lineal en forma matricial, introducción de las hipótesis básicas, planteamiento del modelo multiecuacional, presentación y desarrollo matricial de los métodos de estimación, procedimientos de estimación, características y propiedades de los estimadores, estimador de la varianza de la perturbación aleatoria.</p>		

<p><b>Cónicas:</b> Circunferencia, parábola, elipse, hipérbola, gráficas, aplicaciones, translación y rotación de ejes.</p>	<p><b>Derivadas parciales y optimización:</b> Notación, definición, vector gradiente, derivabilidad con continuidad, propiedades, máximos y mínimos, criterio de la segunda derivada, criterio del Hessiano, concavidad, puntos de inflexión, asíntotas, multiplicadores de Lagrange y problemas de aplicación.</p>	<p><b>Ecuaciones en diferencias finitas:</b> Introducción, operador diferencias, orden, autónoma, solución, lineal de orden n, termino Independiente, homogénea, completa, coeficientes constantes, homogénea asociada.</p>	<p><b>Elementos de probabilidad y variables aleatorias:</b> definiciones de experimento, espacio muestral, evento simple y compuesto, interpretación de las probabilidades, cálculo de probabilidades, espacios equiprobables, técnicas de conteo, eventos independientes, probabilidad condicional, variables aleatorias, función de probabilidad, varianza, modelos de probabilidad para variables discretas y continuas, distribución normal, distribución binomial, teorema del límite central.</p>	<p><b>Contrastes de Hipótesis y Previsión:</b> contrastes de varias hipótesis lineales conjuntas sobre los parámetros del modelo, contrastes de una única hipótesis lineal sobre un parámetro específico, intervalos de confianza, estimación de los parámetros bajo restricciones lineales generales, otros contrastes de hipótesis como elementos de diagnosis, previsión.</p>	<p><b>Modelos de ecuaciones simultaneas:</b> Introducción, especificación, identificación</p>	<p><b>Modelo de ecuaciones simultaneas:</b> especificación del modelo de ecuaciones simultáneas, forma estructural y reducida, el problema de la identificación, métodos de estimación, contrastes de hipótesis y utilización del modelo.</p>
<p><b>Funciones y Relaciones:</b> Representación, graficación, función exponencial, función logarítmica y función polinómica.</p>	<p><b>Funciones Homogéneas:</b> Teorema de Euler, definición de funciones homogéneas, funciones homogéneas de dos variables, funciones homotéticas, producción y funciones homogéneas.</p>	<p><b>Nociones de topología:</b> Definición de topología, conjuntos y operaciones con conjuntos, conjuntos de índices y productos, las funciones y las correspondencias, descomposición y relaciones de equivalencia, conjuntos finitos e infinitos, equivalencia de conjuntos.</p>	<p><b>Inferencias estadísticas:</b> población y muestra, estimación puntual y por intervalo, prueba de Hipótesis, tipos de error, potencias de pruebas y tamaños de muestra.</p>	<p><b>Análisis de varianza:</b> Introducción al diseño de experimentos, fundamentos del ANOVA, distribución F, ANOVA de una vía, verificación de supuestos, ANOVA de varios factores, pruebas de hipótesis inherentes al modelo factorial.</p>	<p><b>Errores de especificación y Multicolinealidad:</b> Concepto y tipos de multicolinealidad, efectos de la multicolinealidad, medición de la multicolinealidad, soluciones, inclusión de variables irrelevantes.</p>	<p><b>Series de tiempo:</b> Introducción, series de tiempo univariantes, procesos estocásticos estacionarios, modelos para procesos estacionarios, modelos para procesos no estacionarios, previsión con modelos ARIMA, modelos para procesos estacionales, EI enfoque Box-Jenkins para la elaboración de modelos ARIMA</p>
<p><b>Matrices y determinantes:</b> Inversa de una matriz, rango, sistemas de ecuaciones lineales, método de eliminación de Gauss-Jordan.</p>	<p><b>Funciones exponenciales y logarítmicas:</b> Función exponencial natural, función logarítmica natural, interés compuesto y valores actuales usando exponenciales naturales.</p>	<p><b>Estadística Multivariada:</b> Estadística descriptiva multivariada, reducción de datos, análisis de Cluster.</p>			<p><b>Variables explicativas binarias:</b> Concepto, la trampa de las variables ficticia, pruebas de cambio estructural.</p>	<p><b>Heteroscedasticidad:</b> Concepto, causas, consecuencias, detección, estimación en presencia de heteroscedasticidad.</p>
<p><b>Sumatoria, factorial y productoria:</b> Propiedades, aplicaciones, conceptos.</p>					<p><b>Heteroscedasticidad:</b> Concepto, causas, consecuencias, estimación en presencia de autocorrelación.</p>	<p><b>Modelos para datos de panel:</b> datos de panel, modelos de efectos fijos, modelos de efectos aleatorios, dinamicidad en los modelos de datos de panel.</p>

Apéndice F. Contenidos del PEP Vigente

Contenidos del PEP Vigente						
Cálculo	Cálculo diferencial e integral	Optimización y Álgebra lineal	Probabilidad y estadística	Econometría Básica	Econometría de Series de Tiempo	Econometría Intermedia
<p><b>Cálculo diferencial de una variable:</b> La recta y sus representaciones, pendientes de curvas y la derivada, tasa de variación y su significado económico, límites, algebra de derivadas, derivadas de orden superior, la regla de la cadena y derivación implícita, optimización de funciones reales de una variable, máximos y mínimos locales y globales, funciones cóncavas y convexas, puntos de inflexión y el método de la segunda derivada para hallar máximos y mínimos locales, aplicaciones en la Economía.</p>	<p><b>Funciones de dos o más variables:</b> Gráficas de funciones y curvas de nivel, derivadas parciales y su aplicación en la Economía, planos tangentes a superficies, el vector gradiente, la regla de la cadena, derivadas direccionales, derivadas de funciones definidas implícitamente, elasticidades parciales, funciones homogéneas.</p>	<p><b>Optimización de funciones de varias variables:</b> Condiciones necesarias de primer orden para un óptimo local, condiciones necesarias de segundo orden para un óptimo local, condiciones suficientes para un óptimo local, condiciones suficientes para un único óptimo global en funciones cóncavas, el criterio de la matriz hessiana, la matriz hessiana y su relación con la concavidad o convexidad.</p>	<p><b>Introducción a la estadística y al muestreo:</b> campos de aplicación, fuentes de información y métodos de recolección de datos, relación muestra-población, tipos de variables, estructura de datos, escalas de medición, breve introducción al muestreo, Medidas de tendencia central, de posición, de dispersión de forma y apuntamiento.</p>	<p><b>Modelos de regresión:</b> Intervalos de confianza, pruebas de hipótesis de significancia individual y conjunta, econometría y método econométrico, correlación, análisis de regresión lineal clásico (MCRL) simple y múltiple, estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y Máxima Verosimilitud (MV).</p>	<p><b>Series de tiempo (ST) determinística:</b> Componentes de las series de tiempo: tendencia, ciclo, estacional y aleatorio. Método de descomposición de una ST determinística, Métodos de suavización de ST.</p>	<p><b>variables cualitativas e instrumentales:</b> Variables cualitativas, datos agrupados e individuales, modelos de regresión de respuesta cualitativa dicotómica y politómica: logit, probit, tobit, estimación con variables instrumentales y mínimos cuadrados en dos etapas.</p>
		<p><b>Conjuntos convexos:</b> funciones cóncavas, convexa, cuasi y estrictamente cóncavas y convexas, máximos y mínimos restringidos, el método de Lagrange, condiciones de Kuhn-Tucker, teorema de la envolvente.</p>		<p><b>Variables cualitativas:</b> Variables cualitativas explicativas, introducción a los modelos logit y probit.</p>	<p><b>Series de tiempo (ST) estocásticas estacionales y no estacionales:</b> Estacionariedad, procesos estocásticos relevantes, procesos estocásticos integrados, raíz unitaria, función de correlación simple y parcial, correlogramas, metodología de Box-Jenkins, introducción a los modelos ARCH y GARCH</p>	<p><b>Modelos de ecuaciones simultáneas:</b> naturaleza de estos modelos, identificación y enfoques para la estimación de modelos.</p>

<p><b>Cálculo integral:</b> La integral definida y la integral indefinida, aplicaciones económicas de la integración, métodos de integración: por sustitución y por partes, función exponencial y logarítmica, sucesiones y series, valor actual descontado e inversión.</p>	<p><b>Sistemas de ecuaciones lineales y su representación matricial:</b> solución de sistemas de ecuaciones lineales</p>	<p><b>Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer y segundo orden:</b> Ecuaciones diferenciales de variables separables, ecuaciones diferenciales lineales de primer orden, ecuaciones diferenciales de segundo orden, ecuaciones diferenciales de segundo orden con coeficientes constantes.</p>	<p><b>Variables Aleatorias:</b> distribuciones de frecuencias, gráficos estadísticos y representaciones tabulares, definición de función de probabilidad y función de distribución acumulada, distribuciones de probabilidad discretas continuas, distribuciones muestrales, valor esperado y varianza, distribución de la media muestras, teorema del límite central.</p>	<p><b>Sesgos de especificación y multicolinealidad</b></p>	<p><b>Introducción a los modelos de series de tiempo estocásticos multivariantes:</b> Análisis de cointegración, prueba de causalidad de Granger-Sims, modelo de corrección de error.</p>	<p><b>Datos de panel:</b> estructura, historia, ejemplos, modelos de efectos fijos y modelos de efectos aleatorios, violación de supuestos en los modelos de datos panel: autocorrelación y heterocedasticidad y test de especificación de Hausman.</p>
	<p><b>Matrices:</b> operaciones con matrices, espacios vectoriales, rango de una matriz, Independencia lineal y bases de un espacio vectorial, diagonalización de matrices</p>	<p><b>Ecuaciones en diferencias finitas de primer y segundo orden:</b> Interés compuesto y valor actual descontado, ecuaciones lineales con coeficientes constantes, ecuaciones de segundo orden, ecuaciones de segundo orden con coeficientes constantes.</p>	<p><b>Inferencias:</b> estimación puntual y por intervalo, tipos de error, nivel de significancia, potencias de pruebas y tamaños de muestra, prueba de Hipótesis de una o dos muestras</p>		<p><b>Heterocedasticidad y autocorrelación</b></p>	<p><b>Distribuciones leptocúrticas:</b> Volatilidad como medida de dispersión, series de tiempo heterocedásticas condicionales y no condicionales, enfoques de Engle y de Bollerslev para predecir la varianza condicional.</p>

Nota. Adaptado de Nodo de Escuela Reforma Curricular (2022).