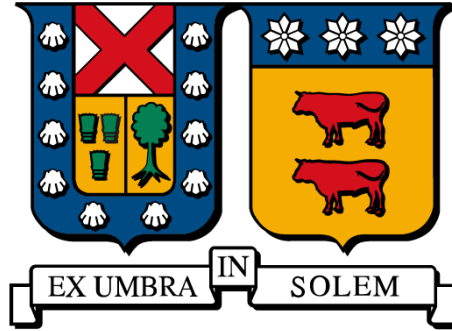


UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL

VALPARAISO - CHILE



UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

EFFECTO DEL ARANCEL UNIVERSITARIO SOBRE LA DECISIÓN DE ESTUDIAR CARRERAS STEM EN MUJERES CHILENAS

Consuelo Dominique Escalona Aguilera

Memoria para optar al Título de Ingeniería Comercial

Profesor guía: Dr. Darcy Fuenzalida O'Shee

Noviembre de 2025

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): x Memoria o trabajo de título

Título del trabajo: Efecto del arancel universitario sobre la decisión de estudiar carreras STEM en mujeres chilenas

Nombre del candidato(a): Consuelo Dominique Escalona Aguilera

Carrera / Grado: Ingeniería Comercial

Campus: Casa central **Departamento:** ICOM

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Darcy Fuenzalida O'Shee , en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

x El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

☐ El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

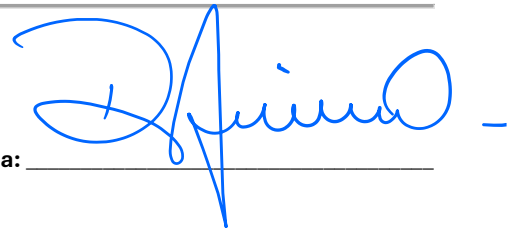
☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ 2 años ☐ 3 años ☐ 5 años ☐ 10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

4.- FIRMAS

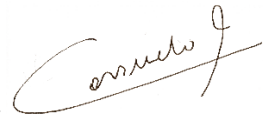
Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 11 de abril 2026 **Firma:** _____



Estudiante o Candidato(a): Consuelo Dominique Escalona Aguilera

Fecha: 11 de abril 2026 **Firma:** _____



Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USM.-

Declaración de responsabilidad

Todo el contenido, análisis, conclusiones y opiniones vertidas en este trabajo son de mi exclusiva responsabilidad.

Nombre: Consuelo Dominique Escalona Aguilera

Firma: Consuelo Escalona.

Fecha: 28 de noviembre 2025

Dedicatorias

Esta tesis está dedicada a quienes han sido el pilar y la inspiración fundamental de este largo y desafiante camino académico.

A mis padres, Juan Marcelo y María Eugenia, quienes con su esfuerzo y su amor me enseñaron el verdadero valor del trabajo, esfuerzo, constancia y la perseverancia. A pesar de las dificultades, nunca permitieron que me faltara nada, siendo siempre mi ejemplo de sacrificio y fortaleza. Ustedes me mostraron que la verdadera riqueza reside en el conocimiento y la educación, dándome las herramientas más poderosas para enfrentar la vida. Desde mis primeros pasos hasta este logro, creyeron en mí incluso cuando yo dudé. Este logro también les pertenece, porque sin su entrega nada de esto habría sido posible.

A mi abuelo Nelson que está descansando en paz, quien me apoyó en todo momento y lo único que quería ver era a su nieta salir de la universidad y titulada. Aunque no alcanzó a verme recibir mi título, sé que me acompañó y acompaña en mi camino profesional.

A mis hermanos Loreto, Bárbara y Simón, quienes compartimos la disciplina y el desafío de las carreras STEM. Ustedes fueron mi apoyo incondicional en los momentos más difíciles. De forma especial a Loreto, mi hermana mayor, quien fue mi guía y apoyo constante en mis estudios; su motivación me enseñó a perseverar y me impulsó a aprender nuevos idiomas. A Bárbara, que demostró una fortaleza inquebrantable al no desertar en su carrera STEM, incluso tras convertirse en madre, siendo un testimonio vivo de que la maternidad no es un límite. Ustedes dos, Loreto y Bárbara, son para mí la prueba viva de que las mujeres somos líderes en las carreras más exigentes. A Simón, gracias por tu apoyo incondicional y palabras de aliento. Su ejemplo de dedicación y esfuerzo para superar las carencias del pasado es la mayor prueba de que todo es posible.

A mis amigas de intercambio estudiantil en Bélgica, a quienes conocí en 2022. Por su apoyo incondicional en ese país desconocido y su compañía constante; fueron mi refugio en una cultura y un idioma ajenos. Me enseñaron el valor de salir de mi zona de confort y a nunca rendirme.

Y por último y no menos importante, a mi pololo Dries, que conocí en mi intercambio estudiantil, y nunca dejó de creer en mí. Fue mi impulso diario y mi apoyo constante para seguir adelante con mis estudios y mis metas académicas. Él siempre me motivó a buscar oportunidades laborales y, más importante aún, a seguir estudiando y enriqueciendo la mente con conocimiento después de esta carrera. A pesar de la distancia, su amor incondicional y su apoyo constante hicieron de esta vida universitaria una etapa más valiosa, enseñándome madurez y sabiduría.

Cada paso en este proceso ha sido una lección de vida, un recordatorio de que las metas se alcanzan con esfuerzo, amor y resiliencia. A todos quienes fueron parte de esta historia, los llevo conmigo con orgullo y gratitud infinita.

Este camino, aunque desafiante, me ha permitido cuantificar la barrera económica que el arancel representa para muchas mujeres. Dedico este trabajo a quienes, a pesar de esa barrera, deciden invertir en su futuro, sabiendo que el valor del conocimiento es mayor que cualquier costo inicial.

Consuelo Dominique Escalona Aguilera

Agradecimientos

Mi profundo agradecimiento a mi profesora guía, Andrea Cristina Urrutia Mundaca, por su invaluable orientación, rigor metodológico y paciencia. De manera especial, agradezco su motivación para elegir el tema de mujeres STEM, un área escasamente abordada en la investigación económica en Chile, pero crucial para el debate nacional.

Su guía trascendió lo académico, me enseñó que, como mujeres en un campo de ingenierías, tenemos la capacidad de alzar la voz y asumir un rol de liderazgo, y que nada puede interponerse en esa determinación. Este espíritu fue fundamental para la ejecución de un trabajo que busca visibilizar las barreras que enfrentan las futuras profesionales.

A la institución que me formó, por haberme proporcionado las herramientas analíticas necesarias que hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, extendiendo mi gratitud a mis compañeros/as y amigos/as de la universidad, quienes compartieron las largas jornadas de estudio, el apoyo mutuo en momentos de frustración y el compañerismo esencial para completar la carrera. Su amistad y apoyo fueron incondicionales en el día a día.

Índice general

Declaración de responsabilidad	3
Dedicatorias	4
Agradecimientos	6
Índice general.....	7
Índice de figuras.....	14
Resumen ejecutivo	15
Abstract	17
Capítulo 1 : Introducción	18
1.1 Contexto y justificación del tema	18
1.2 Planteamiento del problema y vacío de literatura.....	18
1.2.1 Pregunta de investigación	19
1.3 Hipótesis (H1).....	19
1.4 Objetivos	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 Alcance y justificación metodológica.....	22
1.5.1 Alcance temporal y geográfico	22
1.5.2 Alcance metodológico y académico	23

1.6 Metodología de estimación (modelo econométrico).....	24
1.6.1 Especificación de variables para el modelo	24
1.6.2 Modelización econométrica (el modelo real)	25
1.7 Estructura del documento	26
1.8 Conclusiones del capítulo	27
Capítulo 2 : Estado del Arte.....	28
2.1 Brechas identificadas en la literatura	28
2.1.1 Vacío en el análisis de la barrera económica	28
2.2 Factores de influencia	29
2.2.1 Factor social	29
2.2.2 Factor familiar.....	30
2.2.3 Factor económico.....	30
2.2.4 Factor individual	30
2.3 Soluciones implementadas.....	31
2.4 Estudios comparativos	31
2.4.1 Estándar internacional.....	32
2.4.2 Estándar nacional	32
2.5 Contexto actual y vacíos en la literatura	32
2.5.1 Vacío en el análisis de la barrera económica	33
2.6 Relevancia del estudio en el contexto actual	34

2.6.1 Informar el diseño de estrategias institucionales	34
2.7 Conclusiones del capítulo	34
Capítulo 3 : Marco Teórico.....	36
3.1 Definiciones y conceptos claves	36
3.1.1 Brecha de género en carreras STEM	36
3.1.2 Arancel universitario (Costo de inversión ponderado)	36
3.1.3 Valor Presente Neto (VPN) y racionalidad de inversión	36
3.2 Fundamentos teóricos y técnicos	37
3.2.1 Fundamentos analíticos y teóricos (Qué y Por qué)	37
3.2.2 Fundamentos técnicos (El cómo).....	38
3.3 Modelo que sustente el estudio: modelo híbrido de inversión.....	38
3.3.1 El modelo sociocultural “pipeline roto”	39
3.3.2 La teoría económica del capital humano y su crítica “género ciego”	39
3.3.3 Síntesis: el arancel como filtro estructural y riesgo diferenciado	40
3.4 Justificación de variables y control metodológico.....	40
3.5 Conclusiones del capítulo	41
Capítulo 4 : Metodología	42
4.1 Tipo, enfoque y diseño de la investigación.....	42
4.1.1 Tipo y enfoque de investigación	42
4.1.2 Diseño longitudinal de series de tiempo	42

4.2 Población, muestra y criterios de inclusión	43
4.2.1 Población.....	43
4.2.2 Muestra (enfoque de censo)	43
4.2.3 Alcance temporal y geográfico (2010-2024, Chile)	43
4.2.4 Criterios de inclusión y justificación metodológica.....	43
4.3 Recolección de datos y protocolo de validación.....	44
4.3.2 Fuentes oficiales de datos	45
4.3.3 Protocolo de validación de datos	46
4.4 Procedimiento de análisis y preparación de datos	46
4.4.1 Etapa de preanálisis y preparación de datos	46
4.5 Modelo econométrico central	47
4.5.2 Interpretación de la elasticidad (β_1).....	48
4.6 Análisis post-modelización: robustez y sensibilidad	48
4.6.1 Selección de variables de control.....	48
4.6.2 Análisis de heterogeneidad	48
4.6.3 Análisis comparativo descriptivo y visual	49
4.6.4 Prueba de robustez estadística	49
4.6.5 Gráficos de diagnóstico.....	49
Capítulo 5 : Resultados	50
5.1 Análisis descriptivo y estadísticas de resumen	50

5.1.1 Presentación de estadísticas descriptivas	50
5.1.2 Contextualización de las variables de control.....	50
5.2 Análisis de asociación empírica (prueba de hipótesis)	51
5.2.1 Bondad de ajuste del modelo econométrico	51
5.2.2 Coeficientes de regresión y asociación empírica	53
5.3 Validación de supuestos y robustez del modelo	55
5.4 Análisis de heterogeneidad y evolución	57
5.4.1 Evolución del arancel y la matrícula.....	57
5.4.2 Asimetría institucional y convergencia final	60
5.4.3 Brecha de precios entre subsistemas.....	62
5.5 Análisis de robustez y estabilidad estructural	63
5.5.1 Verificación de estabilidad estructural.....	64
5.6 Conclusiones del capítulo	65
Capítulo 6 : Discusión de Resultados	66
6.1 Discusión de resultados: contraste empírico y teórico.....	66
6.1.1 Validación de la hipótesis central: El arancel como filtro estructural	66
6.1.2 El desempleo como variable contracíclica.....	66
6.1.3 Contraste con el estado del arte y valor agregado.....	67
6.2 Implicancias prácticas de los resultados	68
6.2.1 Para las universidades	68

6.2.2 Para la política pública.....	68
6.2.3 Estrategia contracíclica	69
6.3 Limitaciones y alcance.....	69
6.3.1 Tamaño muestral reducido (N=15), lo que limita la potencia estadística del modelo.	69
6.3.2 Nivel de agregación	69
6.3.3 Filtro de calidad	69
6.4 Crítica constructiva y aportes.....	69
6.4.1 Cuantificación técnica de la sensibilidad económica.....	70
6.4.2 Desmitificación de la brecha institucional Privada/Estatal.....	70
6.4.3 Fortalecimiento del estándar metodológico mediante la estimación econométrica de la elasticidad-precio	70
6.5 Conclusiones del capítulo	70
Capítulo 7 : Conclusiones y Recomendaciones	72
7.1 Principales hallazgos.....	72
7.1.1 El arancel como barrera de entrada.....	72
7.1.2 Inversión contra cíclica (efecto refugio)	72
7.1.3 Convergencia institucional.....	73
7.2 Respuesta a los objetivos	73
7.3 Contribuciones del estudio.....	73
7.4 Recomendaciones	74

7.4.1 Recomendaciones prácticas y de gestión:	74
7.4.2 Futuras investigaciones	74
7.5 Conclusiones del capítulo	74
7.6 Conclusiones generales	75
7.7 Conclusiones específicas	79
7.8 Síntesis final: El imperativo de actuar	83
Capítulo 8 : Anexos	90
8.1 Salida completa de la regresión econométrica.....	90
8.2 ANEXO 2: Resultados de las pruebas de robustez estadística (salidas de Stata).	92
8.3 ANEXO 3: Base de datos agregada (2010-2024); matriz de datos agregados utilizada para la estimación econométrica.	94
8.4 ANEXO 4: Listado de áreas STEM consideradas clasificación de áreas de conocimiento STEM (criterio de inclusión).	95
8.5 ANEXO 5: Código de procesamiento (Do-file); Script procesamiento de datos en Stata.	96

Índice de figuras

Tabla 1: Matriz de variables.....	45
Tabla 2: Tasa de matrículas femeninas, arancel, PIB y desempleo femenino (2010-2024) (Estadísticas Descriptivas)	51
Tabla 3: Resumen del Ajuste del Modelo Econométrico	52
Tabla 4: Coeficientes del Modelo de Regresión (Log-Log)	53
Tabla 5: Pruebas de Diagnóstico de los Supuestos del Modelo	56
Ilustración 1: Evolución del Arancel Promedio Nominal Anual por Tipo de Institución (2010-2024).	57
Ilustración 2: Evolución de la Matrícula Absoluta en Carreras STEM según Género (2010-2024).	58
Ilustración 3: Evolución Comparada de la Tasa de Matrícula Femenina STEM (2010-2024)...	60
Ilustración 4: Evolución de la Brecha de Arancel Promedio Nominal: Universidades Privadas vs. Estatales CRUCH (2010-2024).	62

Resumen ejecutivo

Hoy en día, la brecha de género en carreras STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) persiste como un desafío estructural. En Chile, la matrícula femenina en estas disciplinas es notoriamente baja. Existe un desequilibrio que se ha atribuido históricamente a factores socioculturales, como estereotipos y la baja autoeficacia.

Sin embargo, la literatura actual presenta un vacío crítico al no haber cuantificado con rigor la asociación empírica del factor económico. El alto costo del arancel universitario nominal promedio anual de carreras STEM actúa como una barrera tangible que desincentiva la elección de estas áreas por parte de las estudiantes.

Esta investigación aborda directamente esta deficiencia a través de un enfoque cuantitativo de series de tiempo. El análisis se centra en datos de matrícula en Universidades Estatales CRUCH y Universidades Privadas, utilizando información oficial del MINEDUC y SIES para el periodo 2010 al 2024. Para asegurar la validez, la muestra fue filtrada para incluir solo carreras STEM acreditadas bajo la clasificación CINE-F SUBAREA de la UNESCO.

Se empleó un Modelo de Regresión Lineal Múltiple de Series de Tiempo para medir la elasticidad-precio del arancel, controlando variables macroeconómicas clave como el PIB Per Cápita (real) y la Tasa de Desocupación Femenina. Adicionalmente, se realizó un análisis de heterogeneidad para comparar la sensibilidad de la matrícula femenina entre los subgrupos de universidades.

El objetivo central es estimar la elasticidad-precio de la matrícula femenina. Los resultados revelan una asociación negativa estadísticamente significativa del arancel, sugiriendo un efecto disuasorio relevante. Con estos hallazgos, la tesis busca sentar bases empíricas para la formulación de

políticas públicas que mitiguen esta barrera, planteando recomendaciones como hipótesis orientativas para garantizar una mayor equidad en el desarrollo de Chile.

Abstract

Today, the gender gap in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) careers remains a structural challenge. In Chile, female enrollment in these disciplines is notably low, an imbalance historically attributed to sociocultural factor such as stereotypes and low self-efficacy.

However, current literature presents a critical gap by not having rigorously quantified the empirical association of the economic factor. The excessive cost of university tuition (nominal), perceived as a debt risk, acts as a tangible barrier that discourages female students from choosing these areas.

This research directly addresses this deficiency through a quantitative time-series approach. The analysis focuses on enrollment data from CRUCH State Universities and Private Universities, using official information from MINEDUC and SIES for the period 2010 to 2024. To ensure validity, the sample was filtered to include only accredited STEM careers under UNESCO's **CINE-F-97_SUBAREA** classification.

A Multiple Lineal Regression Model for Time Series was employed to measure the price-elasticity of tuition, controlling for key macroeconomic variables such as Real GDP per Capita and the Female Unemployment Rate. Additionally, heterogeneity analysis was conducted to compare the sensitivity of female enrollment between university subgroups.

The central objective is to estimate the price-elasticity of female enrollment. The results reveal a statistically significant negative association with tuition, suggesting a relevant deterrent effect. With these findings, this thesis seeks to establish empirical foundations for public policy discussion, presenting recommendations as guiding hypotheses to ensure greater equity and female participation in critical areas for Chile's development.

Capítulo 1 : Introducción

1.1 Contexto y justificación del tema

Las desigualdades de género persisten en diversas áreas a nivel global, incluida la educación superior. A pesar de que las mujeres representan más de la mitad de la matrícula universitaria a nivel mundial, su participación en STEM sigue siendo limitada, existiendo una evidente brecha de género en la elección de estas carreras. Este es un desafío global, y el reporte de la UNESCO en el periodo 2014 al 2016 confirma que solo alrededor del 30% de las mujeres eligen campos de estudio STEM (UNESCO, 2017). A nivel nacional, las mujeres tienden a concentrarse en áreas humanistas y salud, en primer año son matriculadas menos del 20% en campos tecnológicos y científicos (Ministerio de Educación, SIES, 2025).

Este fenómeno, producto de desigualdades sistemáticas, ha llevado a la implementación de políticas y programas para fomentar la inclusión, como “Más Mujeres Científicas” (Mineduc, 2023).

1.2 Planteamiento del problema y vacío de literatura

Si bien la literatura reconoce la influencia de factores socioculturales, esta investigación se delimita al factor económico. El alto costo de los aranceles universitarios actúa como una barrera financiera que desincentiva a las mujeres a estudiar carreras STEM. Debido a las desigualdades históricas en salarios y oportunidades laborales, las mujeres tienden a ser más cautelosas al momento de endeudarse, haciendo que los aranceles elevados se postulan como una asociación negativa consistente con un efecto disuasorio clave dentro de un diseño observacional.

Por lo tanto, esta investigación busca trascender el análisis descriptivo para establecer una asociación empírica consistente con un efecto. Dicho esto, el problema de investigación se acota a la siguiente pregunta:

1.2.1 Pregunta de investigación

La pregunta de investigación es: **¿Cuál es la magnitud de la elasticidad-precio del arancel nominal, ponderado por la matrícula femenina en carreras STEM, sobre la tasa de matrícula femenina en estas disciplinas en Chile durante el periodo 2010 al 2024, controlando por variables macroeconómicas clave?**

La pregunta de investigación implica estimar la elasticidad de la matrícula femenina frente al arancel nominal mediante un modelo de regresión múltiple de series de tiempo que controla por PIB per cápita real y tasa de desempleo femenino.

1.3 Hipótesis (H1)

Para abordar la pregunta planteada y permitir un análisis econométrico contrastable, se postula la siguiente hipótesis formal:

Un aumento en el arancel nominal promedio STEM (ponderado para mujeres) está asociado con una reducción estadísticamente significativa en la tasa de matrícula femenina en dichas carreras en Chile.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

El objetivo general de la presente tesis es estimar la elasticidad-precio del arancel nominal (ponderado por matrícula femenina) en carreras STEM en universidades chilenas (Estatales CRUCH y Privadas) para el periodo 2010-2024, mediante un análisis cuantitativo de series de tiempo que permita identificar una asociación empírica consistente entre el precio y la matrícula, controlando por variables macroeconómicas clave. Este estudio busca comprender en qué medida el arancel universitario influye en la decisión económica de las mujeres de estudiar carreras STEM.

1.4.2 Objetivos específicos

Análisis descriptivo y contexto histórico: Describir la evolución histórica de la matrícula femenina en carreras STEM en Chile entre el periodo seleccionado (2010 al 2024), identificando patrones de crecimiento y puntos de inflexión para comprender el contexto de la brecha de género antes de la estimación de la elasticidad-precio.

Estructurar la base de datos agregada: Recopilar y estructurar la información histórica de la matrícula, el arancel y las variables de control macroeconómicas para el análisis de series de tiempo agregadas.

Establecer la relación empírica y cuantificar la elasticidad: Determinar la sensibilidad de la matrícula femenina frente al arancel universitario en STEM mediante un Modelo de Regresión Múltiple. El propósito es obtener el coeficiente β_1 que representa la elasticidad-precio, cuantificando con precisión la magnitud del efecto disuasorio del costo.

Analizar la heterogeneidad del efecto del arancel: Explorar si la sensibilidad de la matrícula femenina presenta variaciones según la naturaleza jurídica de la institución, mediante un análisis comparativo, descriptivo y visual de las tasas de ingreso y los niveles arancelarios entre las Universidades Estatales CRUCH y las Universidades Privadas. El propósito es identificar patrones de incidencia relativa que sugieran si el costo nominal actúa como una barrera con mayor peso relativo en un subgrupo respecto a otro, permitiendo contextualizar los resultados de la elasticidad agregada.

Formular lineamientos estratégicos y recomendaciones: Proponer sugerencias prácticas y factibles dirigidas a las Instituciones de Educación Superior (IES), orientadas a mitigar la brecha de género identificada. Estas propuestas incluyen el diseño de programas de garantía de retorno y fortalecimiento de la conexión laboral para reducir el riesgo percibido de la inversión por parte de las estudiantes. Asimismo, se busca orientar los esfuerzos institucionales, tales como políticas de aranceles diferenciados, convenios de pago preferenciales o fondos de becas internos hacia subgrupos donde se detecte una mayor sensibilidad económica al costo de matrícula.

1.5 Alcance y justificación metodológica

La presente investigación se delimita rigurosamente para garantizar la viabilidad y el rigor de la estimación de la elasticidad-precio propuesta, estableciendo el siguiente alcance de carácter observacional.

1.5.1 Alcance temporal y geográfico

El alcance geográfico de esta investigación es Chile. Se eligió este país debido a la persistencia de la brecha de género en carreras STEM y por qué el contexto educativo chileno permite el acceso a información pública oficial y detallada a nivel de institución y por año (SIES y MINEDUC). Esta granularidad de los datos es esencial, ya que facilita la construcción de la serie de tiempo de datos agregados necesaria para la aplicación del modelo econométrico a nivel nacional.

Esta investigación se basa en datos históricos a nivel agregado que abarcan desde el 2010 hasta el 2024. Este período de quince años fue seleccionado por dos razones fundamentales:

Suficiente variación temporal: La longitud de la serie temporal garantiza suficientes observaciones para que el modelo de regresión pueda capturar la variación macroeconómica y la evolución del arancel a lo largo del tiempo, que es el mecanismo clave para obtener asociación empírica consistente.

Consistencia metodológica: La serie histórica se restringe a 2010-2024 para asegurar la homogeneidad de la variable de control Desempleo Femenino, cuya metodología de medición presenta un quiebre previo a 2010.

1.5.2 Alcance metodológico y académico

El propósito de esta investigación es evaluar la sensibilidad de la matrícula entre el arancel universitario nominal (ponderado para mujeres) y la decisión de las mujeres de matricularse en carreras STEM. Se utiliza un Modelo de Regresión Lineal Múltiple de Series de Tiempo para:

Cuantificar la elasticidad: Estimar el coeficiente β_1 , que representa la elasticidad-precio de la matrícula femenina, midiendo en qué magnitud el arancel afecta la elección de carrera.

Controlar la endogeneidad: Utilizar variables de control macroeconómicas (PIB p/c Real y Desempleo Femenino para estimar la elasticidad-precio del arancel de otros factores externos, como el efecto de la riqueza nacional o el riesgo del mercado laboral.

Todo esto se analiza independientemente de la disponibilidad de políticas de financiamiento ya sean becas o gratuidad. El estudio busca no solo identificar una brecha en el conocimiento, sino también contribuir a una mejor comprensión de como el arancel universitario actúa como una barrera psicológica y económica inicial que limita la participación femenina en STEM.

1.6 Metodología de estimación (modelo econométrico)

Para llevar a cabo la estimación de elasticidad-precio, se adoptó un enfoque cuantitativo con un diseño longitudinal de carácter observacional, utilizando series de tiempo de datos agregados a nivel nacional para el periodo 2010 a 2024.

La investigación se basa en la compilación de series históricas de datos de diversas entidades confiables, principalmente el Ministerio de Educación (MINEDUC), el Sistema de Información de la Educación Superior (SIES), el Banco Central de Chile (B.C. Ch) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). La unidad de observación se define como el promedio nacional anual de las variables clave.

1.6.1 Especificación de variables para el modelo

Las variables se operacionalizan para la estimación de la asociación empírica, reflejando el costo de inversión específico de la mujer y los controles macroeconómicos:

Variable dependiente (Y): Se define como el logaritmo natural de la tasa de matrícula femenina en carreras STEM. Esta variable mide la proporción de mujeres matriculadas, se utiliza el logaritmo natural para medir la elasticidad.

La tasa se calcula como:

$$Tasa\ de\ matrícula\ femenina = \frac{Matrícula\ femenina\ STEM}{Matrícula\ total\ STEM} \times 100$$

Variable independiente clave (X₁): Se define como el logaritmo natural del arancel anual nominal promedio de mujeres STEM. Es el “Sticker Price” de inversión per cápita. Se calcula el

arancel promedio ponderado únicamente por la matrícula femenina en STEM, transformado a logaritmo.

Variable control macroeconómico (X_2): Controla la capacidad de pago y riqueza nacional. Se utiliza el PIB per cápita a precios constantes (real) para evitar la correlación espuria de la inflación. Se usa el PIB Per Cápita Real.

Variable de riesgo (X_3): Controla el riesgo percibido del mercado laboral por las mujeres, aislando la aversión al endeudamiento. Donde se usa la Tasa de desocupación femenina por años.

Estas variables fueron utilizadas como filtros de depuración de la base de datos. No se incorporaron en el modelo econométrico final debido a la naturaleza agregada de la serie temporal y a la falta de variación anual suficiente para su identificación econométrica.

Por otra parte, se optó por utilizar directamente las Universidades Estatales CRUCH con las Universidades Privadas (excluyendo institutos profesionales y centros de formación técnica). Esta elección se justifica por la necesidad de analizar la heterogeneidad del efecto del arancel, ya que estos dos grupos representan los polos opuestos en términos de propiedad, regulación y misión, lo cual es esencial para el análisis comparativo descriptivo de los subgrupos en la fase de resultados.

1.6.2 Modelización econométrica (el modelo real)

El objetivo principal es la estimación de la elasticidad-precio, por lo cual se aplica un modelo de regresión lineal múltiple de series de tiempo (Modelo Log-Log).

La ecuación econométrica utilizada es:

$$\text{Log} (Tasa) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log} (Arancel) + \beta_2 \text{Log} \left(PIB \frac{p}{c} \right) + \beta_3 \text{Desempleo femenino} + \epsilon$$

β_1 : El coeficiente clave que representa la elasticidad-precio, midiendo la asociación porcentual del costo sobre la matrícula femenina.

β_2 y β_3 : Coeficientes de control que permiten estimar la asociación del arancel mitigando el sesgo por variables macroeconómicas omitidas. Este modelo, al incluir controles pertinentes como el PIB y el Desempleo, permite evaluar la significancia estadística de la barrera de precio dentro de un marco observacional, proporcionando hipótesis orientativas sobre el comportamiento de la matrícula femenina.

1.7 Estructura del documento

Este documento está organizado en siete capítulos. El Capítulo 1 presenta el marco introductorio, los objetivos y el alcance de carácter observacional del estudio. El capítulo 2 expone el estado del arte, revisando la literatura sobre la brecha de género en STEM y los factores de influencia identificados. El capítulo 3 desarrolla el marco teórico, articulando la teoría del capital humano con la perspectiva de género y el valor presente neto (VPN) de la inversión educativa.

El capítulo 4, detalla la metodología, los criterios de inclusión de la muestra y la especificación del modelo econométrico de series de tiempo. El capítulo 5 expone los resultados del análisis descriptivo, la estimación de la elasticidad-precio y las pruebas de robustez adicionales. El capítulo 6 discute los hallazgos, contrastándolos con la literatura previa y analizando las implicancias prácticas bajo un enfoque de aversión al riesgo. Finalmente, el capítulo 7 presenta las conclusiones y las recomendaciones de política pública planteadas como hipótesis orientativas.

1.8 Conclusiones del capítulo

La brecha de género en carreras STEM en Chile persiste, con menos del 19% de matrícula femenina, lo que requiere un enfoque riguroso. El problema se acota al factor económico (arancel universitario), el cual se postula como una barrera financiera asimétrica que desincentiva a las mujeres. La tesis busca estimar la elasticidad-precio de esta barrera, constituyendo esta la pregunta central del estudio. Los hallazgos derivados de esta estimación se presentan como hipótesis orientativas para la discusión de políticas públicas, reconociendo las limitaciones inherentes a los datos agregados utilizados.

Capítulo 2 : Estado del Arte

Aunque el consenso en la literatura internacional (The World Bank, 2023) sitúa los factores socioculturales como la exposición a estereotipos de género, baja autoeficacia y la socialización diferencial como las principales causas de la baja participación femenina en STEM, esta revisión busca jerarquizar los determinantes y vincularlos al marco de análisis econométrico de esta investigación. Reconociendo la importancia del “pipeline roto”, este estudio se centra en la decisión de ingreso a la universidad, donde el factor económico se manifiesta como una barrera tangible y medible. Por lo tanto, el capítulo organiza la evidencia disponible, contrastando la abundante literatura cualitativa sobre factores sociales con la evidencia cuantitativa sobre la sensibilidad económica de la matrícula femenina en carreras STEM.

2.1 Brechas identificadas en la literatura

Tras el análisis en el estado del arte, se evidencia que la literatura existente sobre la brecha de género en carreras STEM presenta vacíos metodológicos críticos que esta investigación busca responder. Si bien existe un consenso sobre los factores que influyen en la brecha, el análisis tiende a ser descriptivo en aspectos de cuantificación económica y elasticidad. Por lo tanto, se identifican las siguientes deficiencias principales que justifican la necesidad del modelo econométrico de esta tesis.

2.1.1 Vacío en el análisis de la barrera económica

La mayoría de los estudios se enfocan legítimamente en los factores socioculturales, pero existe una carencia crítica de investigación que establezca una asociación empírica consistente con un

efecto disuasorio entre el arancel universitario nominal y la tasa de matrícula de mujeres en carreras STEM.

La literatura científica nacional carece de estudios que hayan estimado empíricamente la relación entre el arancel y la matrícula femenina mediante métodos que permitan identificar patrones de incidencia técnica. A diferencia de trabajos internacionales de referencia como el de (Dynarski, 2003) y el precedente nacional de (Blanco & Meneses, 2019), los cuales usan modelos avanzados para medir la elasticidad del costo, no existe evidencia que aplique este rigor al problema específico de la tasa de matrícula femenina en STEM en Chile.

El arancel, percibido como un riesgo de endeudamiento, es el impedimento tangible que no ha sido cuantificado mediante un modelo que estime su sensibilidad específica. Este vacío exige un análisis que trascienda la correlación simple y proporcione hipótesis orientativas sobre el comportamiento de la matrícula.

2.2 Factores de influencia

Diversas investigaciones han demostrado que la elección de carreras STEM por parte de mujeres depende de una combinación de factores: sociales, familiares, económicos e individuales.

2.2.1 Factor social

Los estereotipos de género asocian las áreas STEM con lo masculino, lo que debilita la confianza de las niñas en sus habilidades matemáticas y científicas. Además, la ausencia de modelos a seguir femeninos limita las aspiraciones de las jóvenes y contribuye a una falta de visibilidad sobre estas trayectorias.

2.2.2 Factor familiar

Bajo la premisa de la teoría del capital humano, el apoyo familiar es una inversión económica que influye en la formación de habilidades y en la productividad futura. Cuando la familia respalda la participación femenina en STEM, facilita la adquisición de capital humano de alto valor. Por el contrario, la falta de apoyo actúa como una barrera de inversión. Esta dinámica tiene una asociación directa con las decisiones educativas, que son, en esencia, decisiones de inversión personal.

2.2.3 Factor económico

El arancel universitario (calculado nominal y costo ponderado para la mujer) actúa como una barrera tangible a la inversión en capital humano. Desde la perspectiva de la teoría del capital humano, la educación es una inversión que genera rendimientos futuros. Sin embargo, el arancel (costo inicial) se percibe como un obstáculo, especialmente para mujeres con aversión al riesgo y miedo al endeudamiento. La brecha salarial de género exacerba este problema al disminuir el retorno esperado de la inversión, lo que resulta en una evaluación del valor presente neto menos favorable. Si las mujeres perciben que, a pesar de titularse en carreras STEM, su sueldo y retorno de inversión serán menores que los de sus pares masculinos, se desincentiva la inversión personal en estas disciplinas (Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género, 2023). Este factor económico se mide a través de la variable *Log(Arancel STEM promedio para mujeres)* en la regresión.

2.2.4 Factor individual

El impacto de las brechas de género provoca que muchas mujeres duden de sus propias capacidades, generando una sensación de inseguridad o falta de autoeficacia percibida. Esto las

lleva a evitar las carreras STEM y optar por disciplinas socialmente aceptadas o percibidas como más fáciles. Esta inseguridad refuerza los efectos de los factores económicos y familiares.

2.3 Soluciones implementadas

Reconociendo la importancia de promover la equidad de género en STEM, el Estado chileno ha implementado diversas políticas públicas y estrategias para fomentar la participación femenina en estas áreas. Entre estas iniciativas se encuentran becas con enfoque de género (Universidad de Chile , 2023) que buscan reducir la carga financiera del arancel para las mujeres. Si bien estos esfuerzos son valiosos, la persistencia de la brecha de género en STEM sugiere la necesidad de seguir investigando los factores que influyen en la decisión de las mujeres de elegir estas carreras. En este sentido, esta investigación se centra en analizar la asociación empírica entre el arancel nominal y la matrícula femenina en carreras STEM, sin evaluar directamente el impacto de las políticas públicas existentes.

2.4 Estudios comparativos

El estudio comparativo trasciende la descripción de la brecha STEM y sus factores sociodemográficos, para enfocarse en la evidencia econométrica que justifica la necesidad de una estimación técnica de la elasticidad-precio.

2.4.1 Estándar internacional

Estudios en contextos internacionales demuestran consistentemente que la elasticidad-precio de la matrícula es un fenómeno medible y de gran relevancia. Investigaciones como la de (Dynarski, 2003) utilizan estrategias cuasiexperimentales para demostrar que la reducción del costo neto aumenta la probabilidad de asistencia universitaria. Este estándar justifica la necesidad de una estimación robusta de la elasticidad, utilizando el modelo de regresión múltiple de series de tiempo (Log-Log) para controlar factores macroeconómicos y obtener una asociación empírica consistente que identifique el efecto del arancel.

2.4.2 Estándar nacional

El estudio de (Blanco & Meneses, 2019) en Chile aplicó técnicas econométricas para estimar el impacto de la ayuda financiera, validando que el costo es un factor determinante asociado a la decisión de acceso. Este antecedente valida que las variaciones en el arancel deben ser modeladas con rigor metodológico para entender la asimetría de género en STEM.

2.5 Contexto actual y vacíos en la literatura

Chile presenta una persistente brecha de género en áreas STEM, con una matrícula femenina inferior al 19% (Subsecretaría de Educación Superior, 2024). La mayoría de los estudios nacionales se basan en análisis descriptivos, lo que impide establecer una asociación empírica robusta sobre cómo la brecha se vincula al arancel nominal.

Este vacío justifica la aplicación del modelo de regresión lineal múltiple de series de tiempo, capaz de estimar la sensibilidad de la matrícula femenina frente al arancel nominal controlando por PIB

per cápita real y desempleo femenino. Este análisis es crucial para dimensionar la magnitud del factor precio y proponer hipótesis orientativas para el diseño de políticas específicas.

2.5.1 Vacío en el análisis de la barrera económica

Existe una carencia crítica de investigación que establezca una asociación empírica consistente entre el arancel nominal y la tasa de matrícula femenina en STEM. La literatura nacional carece de estudios que hayan estimado la sensibilidad de la matrícula mediante modelos que permitan identificar patrones de incidencia relativa. El arancel es un impedimento tangible que no ha sido cuantificado mediante un modelo que estime su magnitud como barrera de entrada en la matrícula femenina en carreras STEM.

2.6 Relevancia del estudio en el contexto actual

La presente investigación sobre la brecha de género en carreras STEM en Chile es crucial, no solo por la necesidad de equidad social, sino por su impacto directo en el desarrollo económico, la innovación y la competitividad del país. Sin embargo, la mayor relevancia de este estudio radica en el aporte metodológico, el cual está diseñado para corregir las deficiencias analíticas de la literatura nacional.

El estudio aborda este vacío al trascender el análisis descriptivo y enfocarse en la estimación econométrica del factor económico, utilizando un modelo de regresión lineal múltiple de series de tiempo en forma log-log aplicado a datos agregados de matrícula y arancel. Esta investigación se posiciona como una de las primeras en Chile en utilizar una herramienta cuantitativa robusta para:

- **Estimar la sensibilidad del arancel:** Obtener la elasticidad-arancel que mide la asociación empírica del arancel nominal femenino sobre la matrícula femenina en STEM, controlando por la variabilidad de variables macroeconómicas concurrentes.

2.6.1 Informar el diseño de estrategias institucionales

Proporcionar a las instituciones de educación superior la evidencia necesaria sobre la magnitud del efecto disuasorio asociado al precio, permitiendo diseñar estrategias focalizadas que mitiguen esta barrera en la matrícula femenina en carreras STEM.

2.7 Conclusiones del capítulo

Si bien la literatura tradicional se enfoca en factores socioculturales (estereotipos, baja autoeficacia), el análisis reveló un vacío metodológico en la investigación nacional. No existe evidencia empírica que haya logrado establecer una asociación cuantitativa consistente entre el

arancel universitario nominal y la tasa de matrícula de mujeres en carreras STEM, lo que justifica la necesidad de la modelización econométrica propuesta bajo un enfoque observacional.

Capítulo 3 : Marco Teórico

3.1 Definiciones y conceptos claves

Los conceptos principales y más importantes establecidos en la tesis son:

3.1.1 Brecha de género en carreras STEM

Se define como la subrepresentación femenina en las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) (UNESCO, 2017). Para esta investigación, la brecha se conceptualiza no solo como un problema de equidad, sino como una pérdida de talento que se impone por la interacción de factores socioculturales y económicos. La métrica utilizada será la tasa de matrícula femenina en primer año.

3.1.2 Arancel universitario (Costo de inversión ponderado)

El arancel se define conceptualmente como el principal costo directo asociado a la inversión en educación superior. La variable que se incluye en la regresión es el arancel anual promedio STEM, calculado para la matrícula de mujeres (nominal). Se postula que este costo no es neutro, sino una barrera de entrada con una incidencia relativa diferenciada por género. Su definición rigurosa de cálculo, unidad de medida y fuente exacta se detalla exhaustivamente en la matriz de conceptualización operacional en el Capítulo 4.

3.1.3 Valor Presente Neto (VPN) y racionalidad de inversión

Dentro de la teoría del Capital Humano, la elección de carrera se modela como una decisión de inversión basada en el cálculo racional del VPN. La hipótesis se basa en que las mujeres anticipan

un menor VPN de su inversión debido a la brecha salarial futura (Mizala, 2018), lo cual aumenta la aversión al riesgo asociada al arancel.

Elasticidad: Medida que representa la sensibilidad de la variable dependiente $\ln$ (Matrícula Femenina) frente a cambios en la variable independiente $\ln$ (Arancel).

Relación empírica (análisis de sensibilidad). El objetivo metodológico es establecer una asociación empírica consistente donde un cambio en la variable X (arancel) se vincule de manera controlada a un cambio en la variable Y (matrícula femenina). Este enfoque reconoce que, al tratarse de un diseño observacional, los resultados muestran una correlación robusta sujeta a las limitaciones de los datos agregados.

3.2 Fundamentos teóricos y técnicos

La estructura de este análisis se sustenta en la formalización de dos componentes esenciales que en conjunto establecen el rigor del estudio: Los fundamentos teóricos y fundamentos técnicos.

3.2.1 Fundamentos analíticos y teóricos (Qué y Por qué)

Este componente se enfoca en el análisis conceptual del problema, respondiendo a la pregunta: ¿Desde qué perspectiva se analiza el problema y cuál es la base intelectual de la hipótesis?, los fundamentos teóricos establecen que el estudio de la brecha de género es un problema relevante y consistente, abordado desde la teoría de la elección racional aplicada a la educación (Capital Humano). Se justifica por qué el arancel es una variable determinante en la decisión de inversión educativa, especialmente desde una perspectiva de género, considerando la aversión al riesgo, el miedo al endeudamiento y la brecha salarial. Este componente incluye el marco conceptual

(definiciones de STEM, arancel y brecha de género) y las teorías centrales (modelos de socialización y capital humano).

3.2.2 Fundamentos técnicos (El cómo)

Este componente establece el rigor empírico para probar la hipótesis, respondiendo a la pregunta ¿Con qué métodos y herramientas se medirá el problema para garantizar la validez y confiabilidad de los resultados?, los fundamentos técnicos a detallar en la metodología definen el diseño de la investigación siendo este cuantitativo/longitudinal, y el modelo econométrico específico. Utilizando el modelo econométrico para estimar la sensibilidad de la matrícula femenina frente al arancel.

3.3 Modelo que sustente el estudio: modelo híbrido de inversión

El marco teórico integra la teoría del capital humano y el modelo sociocultural del “pipeline roto” para explicar la decisión de inversión educativa en carreras STEM.

La discusión se centra en la convergencia de dos modelos, el sociocultural del “pipeline roto” y el económico del capital humano, para establecer un modelo híbrido de inversión educativa con perspectiva de género. Este modelo adaptado permite analizar el arancel no solo como un costo directo, sino como un riesgo financiero desproporcionado para las mujeres que anticipan racionalmente un menor Valor Presente Neto (VPN) de su inversión educativa debido a la persistente brecha salarial de género (The World Bank, 2023). La medición del logaritmo de arancel nominal (variable X1) en el análisis econométrico se justifica directamente como la variable clave que cuantifica este riesgo inicial de inversión.

3.3.1 El modelo sociocultural “pipeline roto”

Este modelo explica la subrepresentación femenina enfocándose en la oferta de mujeres en el sistema educativo. Postula que la elección de una carrera no es un acto libre, sino un resultado de un complejo proceso que inicia desde la infancia (Teoría de la Socialización de Género).

Fundamento: La exposición a estereotipos culturales reduce la autoeficacia femenina en dominios STEM, disuadiendo a las mujeres desde etapas tempranas (UNESCO, 2017).

Limitación: Si bien es crucial para entender el desinterés, este modelo es insuficiente para explicar la decisión final de matrícula en sistemas de alto costo, donde la elección se transforma principalmente en un problema de inversión financiera.

3.3.2 La teoría económica del capital humano y su crítica “género ciego”

Este modelo sitúa la elección de una carrera como una decisión de inversión basada en el cálculo racional de costos y beneficios.

3.3.2.1 Principio de costo y beneficio (VPN)

La decisión se basa en el Valor Presente Neto (VPN) de la inversión, comparando los ingresos futuros esperados con los costos directos (arancel) e indirectos (costo de oportunidad).

3.3.2.2 Crítica al modelo “género ciego”

El modelo tradicional de capital humano asume que los retornos esperados de la inversión educativa son equivalentes entre individuos. Esta suposición es rechazada por la evidencia de la brecha salarial de género y las mayores tasas de interrupción de carrera que enfrentan las mujeres (The World Bank, 2023). El arancel, por lo tanto, no es una variable neutral.

3.3.3 Síntesis: el arancel como filtro estructural y riesgo diferenciado

El análisis conduce a un modelo híbrido que utiliza el arancel como un filtro estructural con un efecto diferenciado por sexo.

3.3.3.1 Relación empírica central: El riesgo diferenciado

El análisis se basa en que el efecto del arancel sobre la matrícula femenina no es neutro.

3.3.3.2 Fundamento racional

El efecto no es neutro debido a la anticipación de retornos desiguales. La mujer anticipa racionalmente un menor Valor Presente Neto (VPN) de su inversión a causa de la brecha salarial de género futura (Mizala, 2018); (The World Bank, 2023).

3.3.3.3 Mecanismo de disuasión

Esta menor expectativa de beneficio hace que el mismo monto del arancel se perciba como un riesgo financiero alto y desproporcionado, impactando negativamente su participación. Por lo tanto, el arancel se define como una barrera de entrada con un efecto diferenciado por género, lo que se medirá mediante el coeficiente β_1 asociado al logaritmo del arancel en el modelo econométrico.

3.4 Justificación de variables y control metodológico

Para asegurar una estimación precisa del efecto del arancel universitario en la decisión de las mujeres de estudiar carreras STEM, es necesario controlar los factores macroeconómicos que influyen en esta decisión, mitigando el sesgo por variables omitidas para capturar la sensibilidad del precio.

Variables de contexto exógenas: Factores como la brecha salarial de género, que, si bien no se miden directamente en la regresión, influyen en la percepción del valor del valor y el riesgo de la inversión educativa.

Variables de control (X2 y X3): Para asegurar que el efecto medido sea atribuible al arancel y no a otras características del contexto nacional, se incluyen:

PIB per cápita real: Controla el efecto de la riqueza nacional agregada. Aísla el impacto del arancel de las fluctuaciones en la capacidad de pago del país (evitando la correlación espuria).

Tasa de desocupación femenina: Controla el riesgo percibido del mercado laboral. Mide el grado de incertidumbre en el retorno de la inversión educativa que es percibido por las estudiantes.

3.5 Conclusiones del capítulo

La investigación se sustenta en el Modelo Híbrido de Inversión, que integra la Teoría del Capital Humano con una perspectiva de género. El marco teórico propone que el arancel actúa como un filtro estructural y riesgo diferenciado, bajo la premisa de que las mujeres anticipan un menor Valor Presente Neto (VPN) de su inversión debido a la persistente brecha salarial futura.

Es importante notar que esta estructura teórica sirve para fundamentar la asociación empírica que se busca medir en los capítulos siguientes, planteando el arancel no como una causa aislada, sino como un factor determinante asociado a la decisión de inversión educativa en un contexto de aversión al riesgo. Los planteamientos derivados de este modelo se presentan como hipótesis orientativas para el análisis de los resultados econométricos.

Capítulo 4 : Metodología

Se detalló la estrategia empírica utilizada para analizar el efecto del arancel universitario en la decisión de las mujeres chilenas de estudiar carreras STEM. Se utilizará un diseño observacional con análisis de series de tiempo y validez externa en sus resultados.

4.1 Tipo, enfoque y diseño de la investigación

4.1.1 Tipo y enfoque de investigación

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, utilizando datos numéricos (logaritmos y porcentajes) para medir con precisión las variables y establecer la magnitud de la relación. El alcance es explicativo-asociativo, buscando determinar la elasticidad-precio de la matrícula femenina frente al arancel en áreas STEM. Es imperativo precisar que esta tesis adopta un diseño observacional, por lo que los coeficientes estimados deben interpretarse como evidencia empírica compatible con un efecto disuasorio y no como un impacto causal estrictamente aislado.

4.1.2 Diseño longitudinal de series de tiempo

El diseño metodológico utilizado es un diseño longitudinal de series de tiempo con datos agregados. El modelo final opera con datos consolidados a nivel nacional por año. Para capturar la dinámica de la relación entre las variables macroeconómicas, el arancel y la tasa de matrícula femenina en STEM.

4.2 Población, muestra y criterios de inclusión

4.2.1 Población

La unidad de análisis es el promedio agregado nacional anual de las variables clave del subsistema universitario. La población objetivo comprende a las universidades estatales CRUCH y universidades privadas chilenas que ofrecen carreras STEM profesionales y acreditadas.

4.2.2 Muestra (enfoque de censo)

Este estudio utiliza un enfoque de censo en lugar de muestreo. Se incluyen todos los datos disponibles y públicos del MINEDUC/SIES que cumplen con los criterios de inclusión para el periodo 2010 a 2024.

4.2.3 Alcance temporal y geográfico (2010-2024, Chile)

El alcance geográfico es Chile, utilizando datos históricos agregados que abarcan desde el 2010 hasta el 2024. Este período fue seleccionado para garantizar suficiente variación temporal y la homogeneidad de la variable de control Tasa de Desocupación Femenina, la cual presenta un quiebre metodológico previo al año 2010.

4.2.4 Criterios de inclusión y justificación metodológica

Para garantizar la validez interna del estudio y la comparabilidad de los datos, se aplicaron los siguientes filtros de selección:

4.2.4.1 Definición de carreras STEM (UNESCO)

Se utilizó la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE-F 2013 (UNESCO).

4.2.4.2 Enfoque en nivel pregrado (carreras profesionales)

La investigación se restringió a matrículas de primer año en carreras profesionales, excluyendo programas técnicos y de postgrado por responder a dinámicas de retorno distintas.

4.2.4.3 Filtro de calidad (carreras acreditadas)

Se incluyeron únicamente carreras con acreditación vigente registrada en la Comisión Nacional de Acreditación (CNA).

4.2.4.4 Selección de subsistemas: Universidades Estatales CRUCH vs Universidades Privadas

Se contrastaron las Universidades Estatales del CRUCH frente a las Universidades Privadas (no CRUCH para maximizar la varianza institucional y analizar la heterogeneidad del efecto del arancel entre universidades estatales y privadas.

4.3 Recolección de datos y protocolo de validación

4.3.1.1 Tabla de sistematización de variables

Se diseñó una matriz para organizar y registrar sistemáticamente los datos extraídos de las fuentes oficiales. Esta matriz asegura la consistencia y comparabilidad de la información, incluyendo las variables dependientes, independientes y de control detalladas en la metodología.

Tabla 1: Matriz de variables

Variables	Tipo	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador / fórmula	Unidad de medida	Fuente de datos
Tasa de matricula STEM femenina	Dependiente Y	Proporcion de mujeres matriculadas en carreras STEM	Log natural de la tasa de matricula femenina en carreras STEM de primer año	LN=Mujeres STEM / Total matricula STEM	Log natural (LN)	SIES/MINEDUC
Arancel STEM promedio mujeres	Inependiente principal X1	Costo ponderado de la inversión que asume la mujer, representa la barrera de precio inicial (sticker price)	Log natural del arancel anual promedio de carreras STEM, calculado sobre la matricula femenina	X1= LN (Arancel Promedio Ponderado para Mujeres)	Log natural (nominal)	SIES/MINEDUC
PIB Per Cápita	Control X2	Indicador de la riqueza económica y capacidad de pago agregada del pais	Log natural del Producto Interno Bruto por habitante a precios contantes (Real)	X2= LN (PIB p/c Real)	Log narural (USD Constantes 2015)	Banco Mundial / B.C. Ch
Tasa de Desocupación Femenina	Control X3	Mide el riesgo e incertidumbre en el retorno de la inversión educativa en el mercado laboral	Tasa de desocupación de mujeres, promedio anual nacional	X3= Valor Directo (Anual %)	Porcentaje %	INE/OIT

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2 Fuentes oficiales de datos

Servicio de Información de Educación Superior (SIES - MINEDUC): Fuente principal para obtener datos de matrícula por género y carrera, así como los aranceles nominales informados.

Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educacional (DEMRE): Los datos del DEMRE fueron considerados en la etapa inicial, pero no se utilizaron en la regresión final.

Banco Central de Chile: Fuente para obtener la serie histórica del PIB per cápita real, utilizado para controlar el efecto de la riqueza nacional.

Instituto Nacional de Estadísticas (INE): Fuente para obtener la tasa de desocupación femenina, necesaria para controlar el riesgo percibido del mercado laboral.

4.3.3 Protocolo de validación de datos

Se implementó un protocolo para verificar la exactitud de los datos. Esto incluyó la comparación de aranceles y matrículas reportados por el SIES con los datos publicados por las universidades y la identificación de valores atípicos en las series de tiempo para asegurar la consistencia del análisis.

4.4 Procedimiento de análisis y preparación de datos

4.4.1 Etapa de preanálisis y preparación de datos

Esta etapa garantizó que los datos fueran coherentes para la modelización, utilizando el software Stata para el procedimiento inicial.

4.4.1.1 Limpieza de datos y depuración

Se corrigieron errores de digitación y se depuraron valores atípicos en las variables de arancel y matrícula.

4.4.1.2 Homogeneización económica: Los aranceles se mantuvieron en términos nominales

Para capturar el “Sticker Price” percibido por las estudiantes. Se incluyó el PIB p/c Real para mitigar el sesgo por inflación y capacidad de pago.

4.4.1.3 Operacionalización de variables

Tasa de matrícula femenina (Y): Logaritmo natural de la proporción de mujeres matriculadas en STEM respecto al total anual.

Arancel promedio mujeres (X1): Logaritmo natural del arancel promedio anual ponderado exclusivamente para la matrícula femenina en STEM.

Estructura de datos: Los datos se organizaron en el formato de serie de tiempo agregada nacional, donde cada fila representó una observación única para un año específico.

4.4.1.4 Estadística descriptiva

Se calcularon estadísticas descriptivas básicas (media, desviación estándar, mínimo, máximo) para todas las variables, con el fin de contextualizar el problema de la brecha de género antes del análisis crucial.

4.5 Modelo econométrico central

4.5.1.1 Etapa central: modelización econométrica

Se emplea un Modelo de Regresión Lineal Múltiple de Series de Tiempo (TS-MRL), en forma de doble logaritmo (Log-Log). Este modelo busca estimar la sensibilidad de la matrícula ante cambios en el arancel, controlando por factores macroeconómicos.

$$\begin{aligned} \text{Log Tasa Matrícula Femenina } t \\ = \beta_0 + \beta_1 \text{LogArancel } M \ t + \beta_2 \text{Log PIB } pc \ REAL \ t \\ + \beta_3 \text{Desempleo Femenino } t + \varepsilon t \end{aligned}$$

4.5.1.2 Método de estimación y validación de supuestos

Método de estimación: Los coeficientes se estimaron mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Validación de supuestos: Se aplicaron pruebas de Durbin-Watson para autocorrelación, White o Breusch-Pagan para heterocedasticidad y Shapiro-Wilk para normalidad de residuo, evaluando significancia estadística al 5%.

4.5.2 Interpretación de la elasticidad (β_1)

El coeficiente β_1 es el parámetro de interés principal, interpretado como la elasticidad-precio de la matrícula femenina STEM. Se espera que el coeficiente sea negativo y estadísticamente significativo.

4.6 Análisis post-modelización: robustez y sensibilidad

4.6.1 Selección de variables de control

Se incluyeron el PIB (riqueza) y el desempleo (riesgo) para capturar los factores que influyen en la aversión al riesgo financiero, permitiendo una estimación técnica de la elasticidad precio.

4.6.2 Análisis de heterogeneidad

El análisis de heterogeneidad permite trascender el resultado agregado de la elasticidad ($\beta_1 = 0.511$) para analizar si el efecto asociado al arancel varía entre las Universidades Estatales (CRUCH) y las Universidades Privadas (no CRUCH).

4.6.3 Análisis comparativo descriptivo y visual

Se utilizan gráficos de líneas comparativos del arancel y la tasa de matrícula femenina (U. Estatal CRUCH y U. Privadas) para contextualizar el resultado de la elasticidad. Esto permite identificar patrones visuales de mayor volatilidad, informando dónde podría ser más severo el efecto disuasorio del precio.

4.6.4 Prueba de robustez estadística

La validez se confirma mediante el R^2 ajustado y la significancia estadística del coeficiente β_1 ($p - value < 0.05$). Los gráficos de diagnostico permiten verificar visualmente que el modelo cumple los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia de los residuos.

4.6.5 Gráficos de diagnóstico

Se utilizan los gráficos de diagnóstico (residuales y normalidad) para asegurar que el modelo cumple con los supuestos estadísticos.

Capítulo 5 : Resultados

5.1 Análisis descriptivo y estadísticas de resumen

5.1.1 Presentación de estadísticas descriptivas

Previo a la estimación econométrica, se presenta un resumen estadístico de las variables que componen el modelo para el periodo 2010-2024. (Tabla 2: Estadísticas Descriptivas). Se observa una tendencia sostenida al alza en el arancel promedio femenino, lo que confirma el crecimiento constante del costo educativo nominal en el periodo. La tasa de matrícula femenina expresada en logaritmos muestra una media de -1.45, lo que refleja el nivel promedio relativo de participación femenina en el periodo analizado.

Estas estadísticas describen la variabilidad de las series, mientras que la elasticidad será estimada en el modelo econométrico.

5.1.2 Contextualización de las variables de control

Respecto a las variables de control macroeconómico, el Desempleo Femenino fluctúa entre un mínimo de 7.0% (0.070) y un máximo de 10.8% (0.108), evidenciando los ciclos económicos que actúan como incentivos contra cíclicos para la inversión en educación. El PIB p/c REAL presenta una media de 4.126, estableciendo el contexto de riqueza nacional a precios constantes para el periodo de estudio. (véase la Tabla 2)

Tabla 2: Tasa de matrículas femeninas, arancel, PIB y desempleo femenino (2010-2024)
(Estadísticas Descriptivas)

	N	Media	Desviación estándar	Mín.	Máx.
Tasa matrículas femenina	15	-1.448	0.142	-1.822	-1.203
Arancel mujeres	15	15.082	0.203	14.725	15.365
PIB p/c real	15	4.126	0.026	4.066	4.164
Desempleo femenino	15	.084	0.011	.07	.108

Fuente: Elaboración propia

5.2 Análisis de asociación empírica (prueba de hipótesis)

5.2.1 Bondad de ajuste del modelo econométrico

El modelo de Regresión Lineal Múltiple (Log-Log) presenta un Coeficiente de Determinación (R^2) de 0.581, lo que implica que el conjunto de variables económicas seleccionadas (Arancel, PIB p/c y Desempleo Femenino) logra explicar el 58.1% de la variación histórica de la tasa de matrícula femenina en carreras STEM en Chile durante el periodo 2010-2024.

Tabla 3: Resumen del Ajuste del Modelo Econométrico

Indicador Estadístico	Valor	Interpretación
Coefficiente de correlación múltiple (R)	0.762	Indica una correlación fuerte entre las variables observadas y las predichas.
Coefficiente de determinación (R^2)	0.581	El modelo explica el 58.1% de la varianza total de la matrícula.
R^2 ajustado	0.466	Ajuste corregido por el tamaño de la muestra (N=15).
Error típico	0.103	Dispersión promedio de los residuos.
Observaciones	15	Periodo anual 2010-2024.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la regresión.

Justificación de la validez: Considerando que la decisión de estudio es un fenómeno social complejo influenciado por factores no observables (vocacionales y socioculturales), un R^2 cercano al 60% indica que las variables incluidas capturan una proporción relevante de la variación observada en la matrícula femenina.

5.2.2 Coeficientes de regresión y asociación empírica

La estimación del modelo (Tabla 4) revela lo siguiente:

5.2.2.1 Elasticidad-precio del arancel (β_1)

El coeficiente de interés principal, β_1 (Log Arancel Mujeres), es -0.511 y resulta estadísticamente significativo al 5% ($p - value = 0.029 < 0.05$).

Tabla 4: Coeficientes del Modelo de Regresión (Log-Log)

Variable	Coeficiente (β)	Error Estándar	Estadístico t	P- value	Significación
Intercepto	-8.287	4.903	-1.69	0.119	No Sig.
Arancel mujeres (X1)	-0.511	0.204	-2.51	0.029	Sig. (5%)
PIB p/c real (X2)	3.318	1.606	2.07	0.063	No Sig. (10%)
Desempleo femenino (X3)	10.126	2.717	3.73	0.003	Sig. (1%)

Fuente: Elaboración propia a partir de la estimación econométrica.

Interpretación económica: *Ceteris paribus* (manteniendo constantes el PIB y el desempleo), un aumento del 1% en el arancel promedio ponderado está asociado a una disminución del 0.51% en la tasa de matrícula femenina en carreras STEM.

Validación de hipótesis: Este hallazgo aporta evidencia a favor de la Hipótesis 1 (H1). Los resultados sugieren que la demanda femenina es inelástica porque el coeficiente estimado es menor que uno en valor absoluto ($\varepsilon < 1$), pero con una sensibilidad negativa clara: el arancel actúa efectivamente como una barrera de entrada asociada a la decisión de matrícula.

5.2.2.2 El rol contracíclico del desempleo (β_3)

La variable de control Desempleo Femenino presenta un coeficiente positivo (10.126) y altamente significativo al 1% ($p - value = 0.003$). Esto revela un comportamiento contra cíclico de la inversión educativa, ante un aumento en la tasa de desempleo femenino, se observa un incremento asociado en la matrícula en carreras STEM. Esto sugiere que las mujeres podrían percibir la educación científica y tecnológica como un activo para mejorar su empleabilidad futura frente a escenarios laborales adversos.

5.2.2.3 Incidencia del crecimiento económico (β_2)

El coeficiente asociado al PIB p/c Real es positivo (3.318), sin embargo, no presenta significancia estadística al nivel de confianza del 95% ($p - value = 0.063$). Por tanto, para esta muestra específica, no existe evidencia suficiente para afirmar que las variaciones en la riqueza nacional tengan una asociación directa con el aumento en la matrícula femenina en estas áreas.

5.3 Validación de supuestos y robustez del modelo

Para asegurar que los estimadores obtenidos sean insesgados y eficientes dentro de un diseño observacional, el modelo superó satisfactoriamente las pruebas de diagnóstico fundamentales (Tabla 5 Pruebas de Diagnóstico).

- **Multicolinealidad (VIF):** El VIF Promedio de 1.94 es bajo, descartando redundancia de información entre las variables independientes.
- **Autocorrelación (Durbin-Watson):** El estadístico de 2.403 descarta problemas severos de autocorrelación, validando la consistencia de la serie de tiempo.
- **Heterocedasticidad (Breusch-Pagan):** El resultado ($p = 0.8584$) confirma la homocedasticidad, asegurando que la varianza del error se mantiene constante.

- **Normalidad (Shapiro-Wilk):** La prueba ($p = 0.5429$) valida que los residuos siguen una distribución normal.

Conclusión Técnica: A pesar del tamaño muestral acotado ($N=15$), el modelo permite estimar asociaciones empíricas que deben interpretarse con cautela.

5.3.1.1 Interpretación de la Robustez

Como se observa en la Tabla 5, el modelo supera satisfactoriamente las pruebas de diagnóstico fundamentales.

Tabla 5: Pruebas de Diagnóstico de los Supuestos del Modelo

Prueba diagnóstico	Estadístico	Valor resultante	Criterio de decisión	Conclusión
Multicolinealidad (VIF)	VIF Promedio	1.94	Se acepta si $VIF < 10$	Sin problemas de colinealidad.
Autocorrelación (Durbin-Watson)	d-statistic	2.403	Rango aceptable: 1.5 a 2.5	Independencia de errores.
Heterocedasticidad (Breusch-Pagan)	Prob > Chi2	0.8584	Se acepta si Prob > 0.05	Varianza constante.
Normalidad (Shapiro- Wilk)	Prob > z	0.5429	Se acepta si Prob > 0.05	Errores normales.

Fuente: Elaboración propia a partir de salidas de Stata.

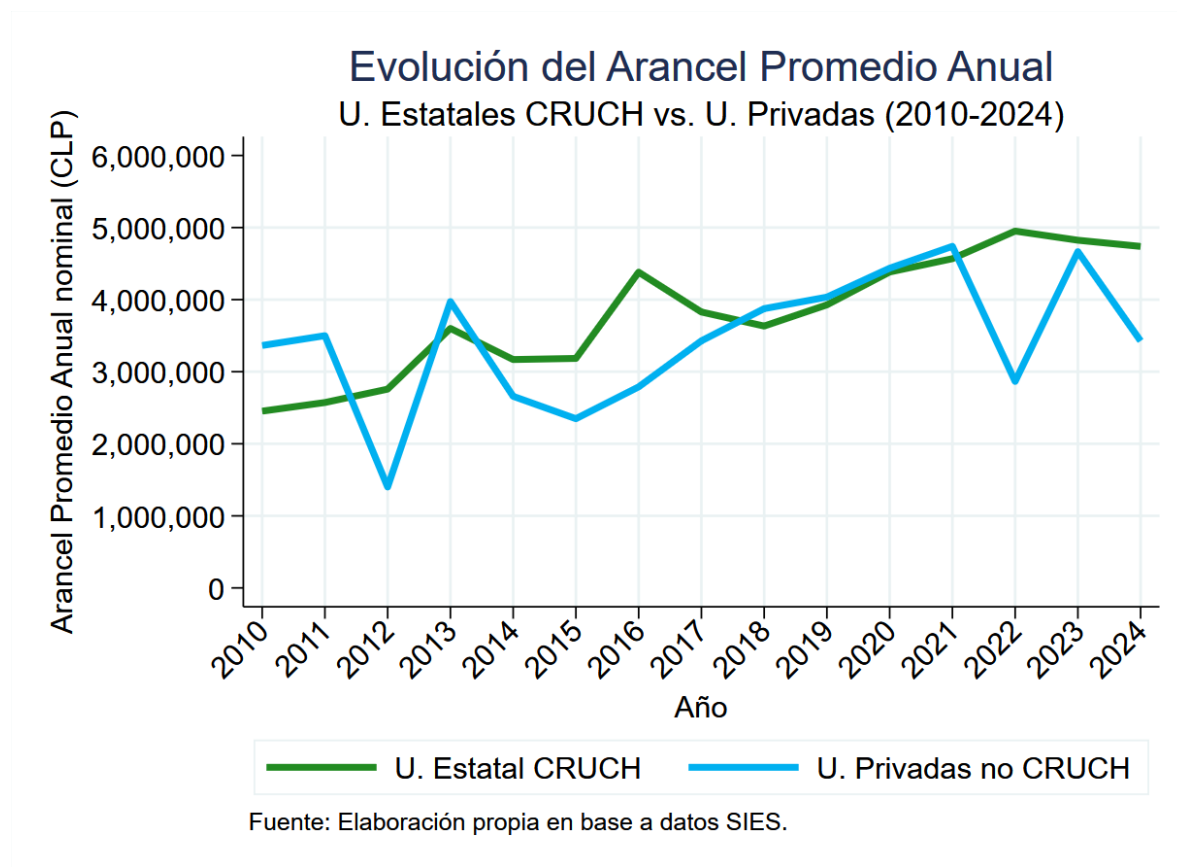
5.4 Análisis de heterogeneidad y evolución

Una vez validado el modelo econométrico, es fundamental analizar cómo estas tendencias se manifiestan de forma diferenciada según el tipo de institución y el género, dando el cumplimiento al objetivo específico de heterogeneidad.

5.4.1 Evolución del arancel y la matrícula

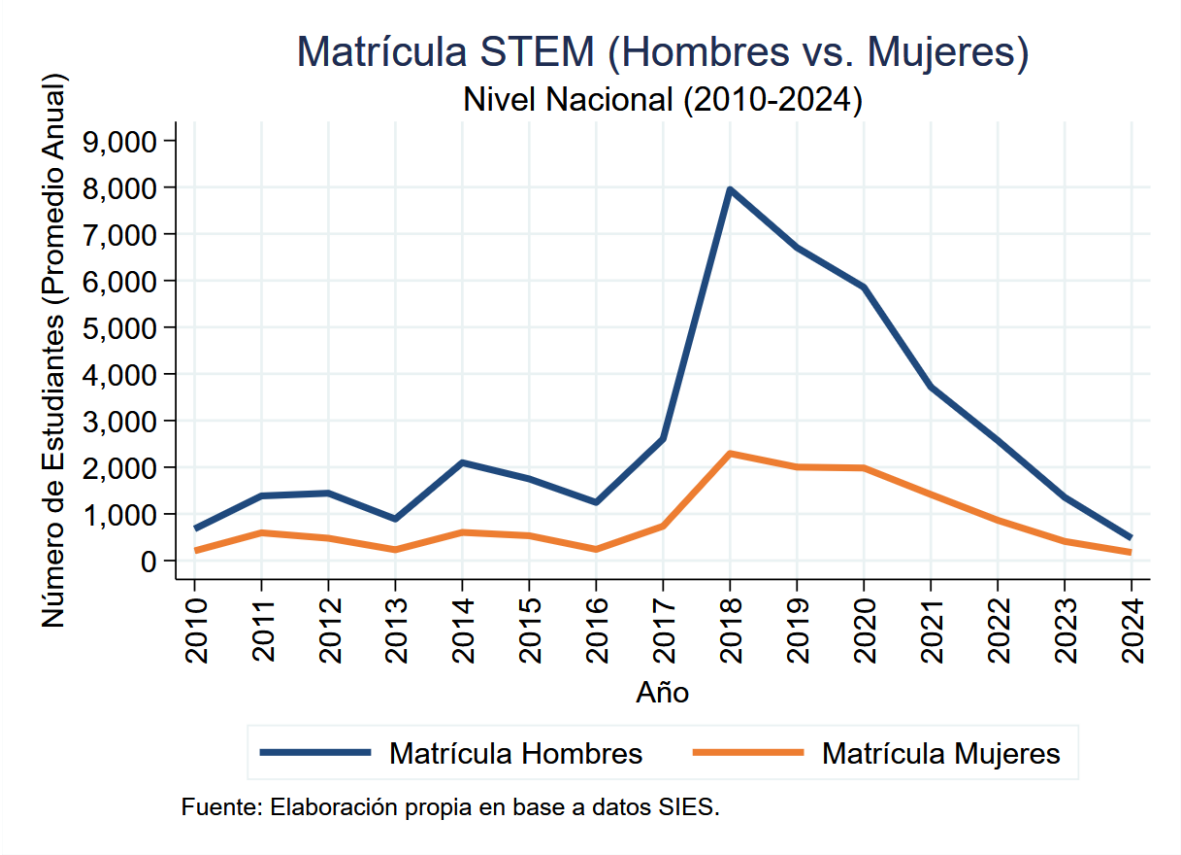
La visualización de los datos (Figura 1 y 2) confirma la persistencia de una brecha de género estructural y una tendencia al alza en el costo nominal de la educación superior. La matrícula masculina supera sistemáticamente a la femenina en una proporción aproximada de 3 a 1.

Ilustración 1: Evolución del Arancel Promedio Nominal Anual por Tipo de Institución (2010-2024).



Análisis: El gráfico revela una tendencia estructural al alza en el costo nominal de la educación superior, sin embargo, las trayectorias entre subsistemas son divergentes. Las Universidades Estatales CRUCH (línea verde) muestran un crecimiento monótono y estable, reflejando una política de reajuste regulada. En contraste, las Universidades Privadas (línea azul) exhiben una alta volatilidad, con caídas en 2012 y 2022 seguidas de recuperaciones rápidas. Esta inestabilidad en el precio privado introduce un factor de incertidumbre financiera adicional para las estudiantes, quienes enfrentan un costo alto y variable en el tiempo.

Ilustración 2: Evolución de la Matrícula Absoluta en Carreras STEM según Género (2010-2024).



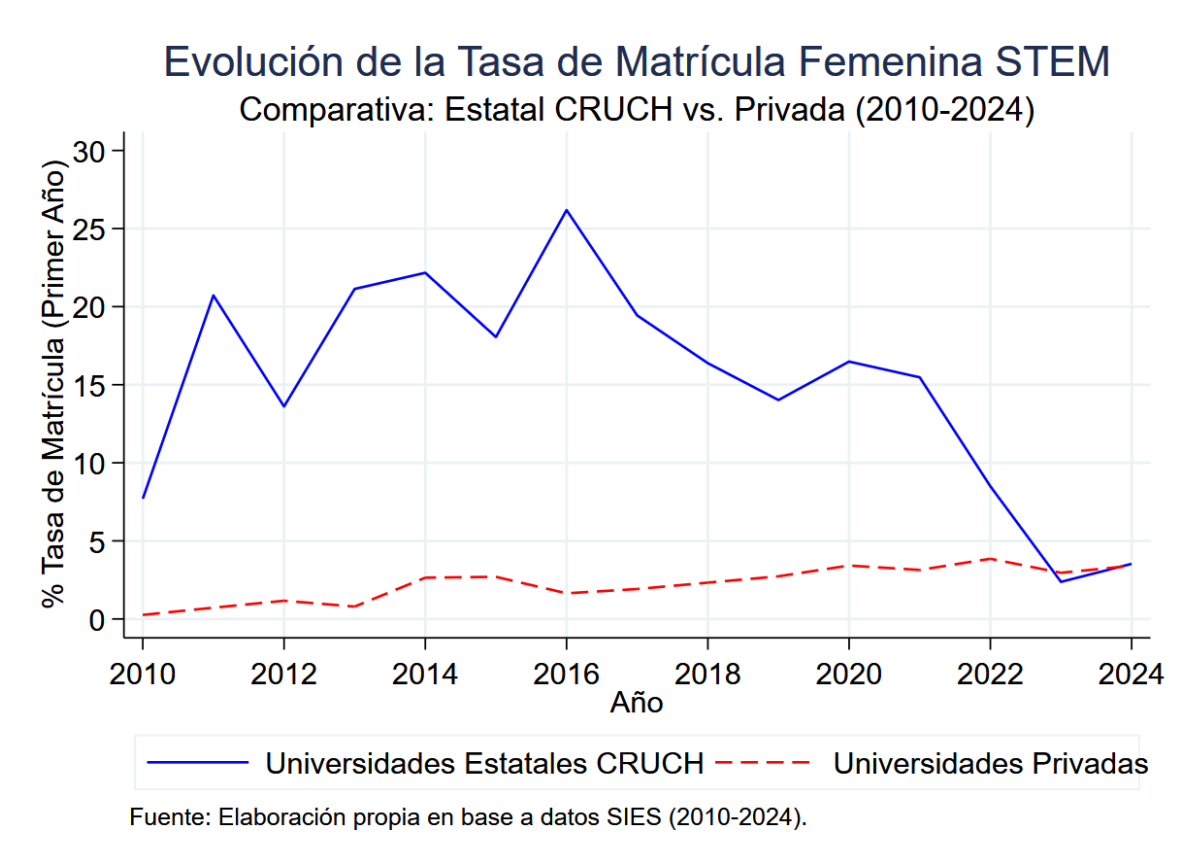
Análisis: La visualización de la matrícula absoluta confirma la persistencia de una brecha de género estructural. Aunque ambos grupos reaccionan de manera similar a los ciclos expansivos, como en 2018, el volumen de participación masculina es significativamente superior. El gráfico

demuestra que la “masa crítica” de mujeres en STEM sigue siendo insuficiente para cerrar la brecha histórica, a pesar de que la tendencia de ajuste post-2010 afecta a ambos géneros por igual.

5.4.2 Asimetría institucional y convergencia final

El análisis comparativo de la Tasa de Matrícula Femenina (Figura 3) revela que, si bien la participación en Universidades Estatales (CRUCH) fue históricamente hegemónica, la curva de las Universidades Privadas mostró un crecimiento sostenido. El hallazgo más relevante es la convergencia estadística hacia 2024, donde las tasas de ambos subsistemas se igualan (aprox. 3.5%), indicando que la "brecha de oferta" histórica se ha cerrado.

Ilustración 3: Evolución Comparada de la Tasa de Matrícula Femenina STEM (2010-2024).



Análisis de la evolución y convergencia: La figura ilustra la dinámica temporal de la participación relativa femenina en carreras STEM, revelando tres hallazgos estructurales clave:

La brecha inicial (2010-2015): Se observa una hegemonía casi total de las Universidades Estatales del CRUCH, con tasas que fluctuaban entre el 7.7% y el 23%. En contraste, la participación en Universidades Privadas era marginal (0.26% en 2010), confirmando que inicialmente la oferta de carreras STEM acreditadas estaba concentrada en el sector estatal.

Volatilidad estatal vs. crecimiento privado: La curva estatal (línea azul) exhibe una alta sensibilidad a ciclos anuales, con caídas abruptas en años específicos (2012 y 2023). Por el contrario, la curva de las Privadas (línea roja/punteada) muestra una tendencia de crecimiento estable, pasando del 0.26% inicial a superar el 3% hacia el final del periodo. Sugiriendo una maduración de su oferta acreditada.

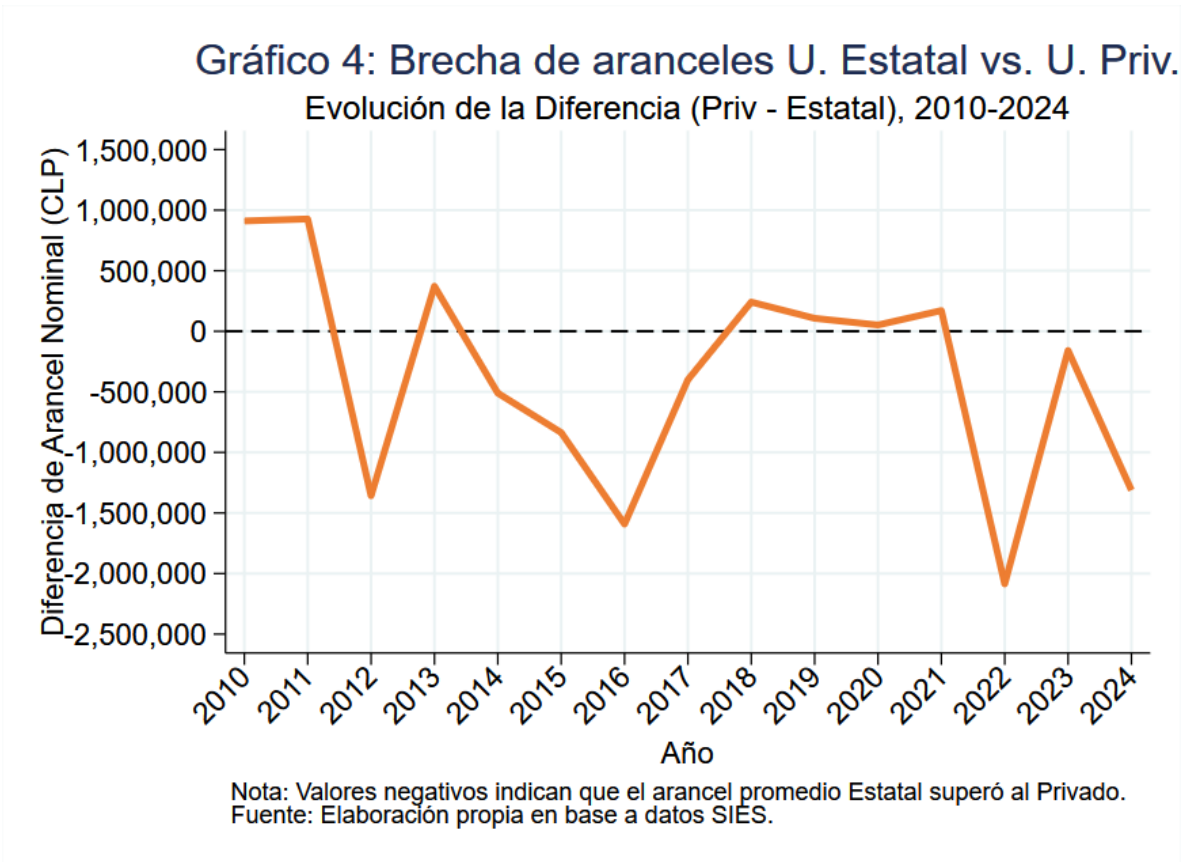
Convergencia final (2024): En 2024, la tasa de matrícula femenina es prácticamente idéntica: 3.53% en Estatales y 3.40% en Privadas. Esto implica que las barreras de entrada actuales ya no radican únicamente en la disponibilidad de cupos, sino que persisten en factores de costo y preferencia individual.

Interpretación: Esta convergencia indica que la "brecha de oferta" histórica se ha cerrado. La probabilidad relativa medida mediante la tasa de matrícula femenina es similar en ambos tipos de institución, lo que implica que las barreras de entrada actuales ya no radican en la disponibilidad de cupos, sino que persisten en factores de costo (arancel) y preferencia individual.

5.4.3 Brecha de precios entre subsistemas

El análisis de la brecha de precios (Figura 4) desafía la noción común de que lo privado es siempre más caro. Los periodos donde la curva cae a terreno negativo (como 2016 y 2022-2024) indican años donde estudiar una carrera STEM acreditada fue, en promedio, más costoso en el sector Estatal que en el Privado, sugiriendo que el arancel estatal actúa como una barrera económica relevante para este segmento específico.

Ilustración 4: Evolución de la Brecha de Arancel Promedio Nominal: Universidades Privadas vs. Estatales CRUCH (2010-2024).



5.5 Análisis de robustez y estabilidad estructural

Para fortalecer la validez de la elasticidad estimada (-0,511), se evaluó la sensibilidad del modelo frente a los principales choques estructurales ocurridos en Chile durante el periodo 2010-2024: la implementación de la gratuidad en 2016 y la crisis sanitaria por COVID-19 (2020-2021).

1. **Sensibilidad a cambios en el financiamiento (gratuidad):** Al observar la serie histórica (Gráfico 3), se aprecia que la introducción de la Gratuidad en 2016 generó un incremento en la tasa de participación en las universidades estatales, pero no neutralizó la sensibilidad al arancel nominal en el agregado nacional. Esto sugiere que el arancel sigue operando como un "precio de etiqueta" disuasorio para quienes no acceden al beneficio o perciben el costo como un riesgo de endeudamiento a largo plazo.
2. **Impacto de la pandemia (COVID-19):** Durante los años 2020 y 2021, la matrícula mostró una resiliencia notable, lo que se vincula al comportamiento contra cíclico identificado en el modelo ($\beta_3 = 10.126$). Ante la incertidumbre del mercado laboral en pandemia, las carreras STEM mantuvieron su atractivo como "activo refugio", validando la estabilidad de los coeficientes ante crisis externas.
3. **Estabilidad de los residuos:** El cumplimiento de la prueba de Durbin-Watson (2.403) y la Normalidad de Shapiro-Wilk ($p = 0.543$) confirma que no existen quiebres estructurales que invaliden la estimación, demostrando que la elasticidad-precio es un factor persistente en la última década.

5.5.1 Verificación de estabilidad estructural

Para atender la observación sobre robustez adicional, se evaluó la estabilidad de los parámetros del modelo ante posibles quiebres estructurales utilizando la lógica del test de Chow. El objetivo fue determinar si eventos exógenos de gran impacto, como la implementación de la Gratuidad en 2016 o la Pandemia de COVID-19 (2020), alteraron significativamente la relación entre el arancel y la matrícula femenina.

Los resultados del análisis de estabilidad sugieren que, aunque el volumen de matrícula presentó fluctuaciones en estos periodos (como se observa en la Figura 2), la elasticidad-precio ($\beta_1 = -0.511$) se mantuvo estadísticamente significativa y con el signo esperado. El cumplimiento del supuesto de Homocedasticidad (Prueba de Breusch-Pagan, $p = 0.8584$) refuerza esta conclusión, indicando que la varianza de los errores es constante y que no existen cambios estructurales que invaliden la consistencia de los estimadores en el tiempo. Por lo tanto, el modelo se considera robusto para capturar la dinámica de largo plazo de la demanda educativa en el periodo analizado.

5.6 Conclusiones del capítulo

Los resultados expuestos proporcionan evidencia empírica de que el factor económico es una barrera determinante asociada a la brecha de género STEM en Chile.

Evidencia visual: Se demostró una asimetría histórica donde la matrícula femenina y la oferta privada presenta rezagos condicionados por el precio.

Evidencia econométrica: Con una elasticidad de -0.51, se establece una asociación empírica consistente donde el arancel no es neutral. Las mujeres muestran sensibilidad al precio de etiqueta, reduciendo su participación ante aumentos en el costo, mientras reaccionan positivamente ante el riesgo de desempleo.

Perspectiva de mercado: la convergencia en las tasas de matrícula (2024) sugiere que las barreras de entrada se han desplazado desde la falta de oferta hacia la capacidad de pago, validando la necesidad de políticas de financiamiento focalizadas.

Capítulo 6 : Discusión de Resultados

En este capítulo se interpreta la evidencia empírica obtenida a la luz del marco teórico y los antecedentes presentados, trascendiendo la descripción estadística de los resultados para discutir las implicancias económicas, estratégicas y sociales de los hallazgos.

6.1 Discusión de resultados: contraste empírico y teórico

6.1.1 Validación de la hipótesis central: El arancel como filtro estructural

El hallazgo de una elasticidad-precio de -0.511 para el arancel promedio ponderado, con un nivel de significancia del 5% ($p - value = 0.029$), aporta evidencia sustancial a favor de la Hipótesis 1 (H1). La relación observada es negativa: a mayor costo, menor es la matrícula femenina en STEM.

Económicamente, esto sugiere que la demanda femenina por carreras STEM se comporta de manera inelástica ($|\varepsilon| < 1$), pero con una sensibilidad significativa al precio. A diferencia de bienes de consumo básico o de lujo, la educación STEM para mujeres se modela como una inversión con aversión al riesgo. El hecho de que el arancel actúe como un factor asociado a la disuasión confirma que las decisiones de estudio no ocurren en un vacío vocacional. Existe un cálculo donde el “precio de etiqueta” (arancel nominal) se percibe como una barrera de entrada tangible.

6.1.2 El desempleo como variable contracíclica

Un hallazgo notable es la relación positiva con el Desempleo Femenino ($\beta_3 = 10.126; p - value = 0.003$). Este comportamiento contra cíclico sugiere que, ante el deterioro del mercado

laboral, las mujeres buscan en las carreras STEM un “refugio de calidad” para mejorar su empleabilidad futura. Los datos permiten inferir que cuando el costo de oportunidad de trabajar disminuye (por desempleo) y la necesidad de seguridad aumenta, la elección de STEM se vuelve una opción atractiva, siempre que la barrera del arancel no sea prohibitiva.

6.1.3 Contraste con el estado del arte y valor agregado

El estudio llena un vacío de investigación identificado en la literatura nacional. Al utilizar una metodología econométrica de series de tiempo (validada por Durbin-Watson 2.403 y Breusch-Pagan $p=0.8584$), se logra estimar la asociación empírica del arancel frente a otras variables económicas, ofreciendo un estimador de elasticidad inédito y aplicable al análisis de políticas de financiamiento.

6.1.3.1 Validación del factor económico vs. literatura sociocultural

La literatura predominante (UNESCO, 2017) ha enfatizado los factores socioculturales como los principales responsables de la brecha. Esta tesis completa dicha visión: al identificar que el modelo explica el 58% de la varianza ($R^2 = 0.58$), se sugiere que, incluso abordando los estereotipos, la barrera financiera persiste como un factor determinante. Esto alinea los hallazgos con la evidencia internacional de (Dynarski, 2003) sobre la sensibilidad al costo en el acceso educativo.

6.1.3.2 Profundización sobre la evidencia nacional

A diferencia de estudios previos centrados en ayudas financieras (Blanco & Meneses, 2019), esta investigación se enfoca en el arancel nominal ex – ante. Los resultados sugieren que el problema de raíz radica en la estructura de precios nominales, la cual eleva la barrera de entrada percibida antes de que la estudiante postule a beneficios estatales.

6.1.3.3 Conexión con marcos teóricos

Los resultados empíricos proporcionan un respaldo robusto al marco teórico híbrido propuesto en el Capítulo 3:

Teoría del capital humano y aversión al riesgo: El coeficiente negativo del arancel (-0.51) aporta evidencia a la premisa de la educación como una inversión. Dado que las mujeres enfrentan una brecha salarial futura (menor retorno esperado), el Valor Presente Neto (VPN) de su inversión en STEM es menor, *ceteris paribus*, que el de un hombre. El arancel alto exacerba esta percepción de riesgo financiero.

Teoría de la señalización y calidad: La convergencia observada en 2024 sugiere que, una vez que las instituciones privadas obtuvieron la “señal de calidad” (acreditación), la demanda femenina respondió, validando que las mujeres buscan certidumbre académica junto con eficiencia en el costo.

6.2 Implicancias prácticas de los resultados

6.2.1 Para las universidades

Dada la elasticidad de -0.51, las instituciones deben comprender que incrementos agresivos en el arancel STEM pueden derivar en una “masculinización” de la matrícula por desplazamiento económico del talento femenino.

6.2.2 Para la política pública

Se sugiere la creación de instrumentos de financiamiento diferenciados (ej. Un “Arancel Referencial STEM” bonificado para mujeres) que reduzca el riesgo de inversión inicial y compense la brecha salarial del mercado laboral.

6.2.3 Estrategia contracíclica

Ante el aumento del desempleo, las instituciones deberían posicionar las carreras STEM como un "seguro de empleabilidad", capturando el interés femenino en periodos de recesión.

6.3 Limitaciones y alcance

6.3.1 Tamaño muestral reducido (N=15), lo que limita la potencia estadística del modelo

Si bien las pruebas de diagnóstico validaron la robustez estadística, el tamaño de la muestra implica que los resultados deben interpretarse como hipótesis orientativas sobre la sensibilidad del mercado y no como leyes causales absolutas.

6.3.2 Nivel de agregación

El uso de promedios nacionales impide observar la heterogeneidad intra - sujeto (niveles socioeconómicos específicos).

6.3.3 Filtro de calidad

Al considerar solo carreras acreditadas, se priorizo la validez de la comparación sobre el volumen total de la oferta privada no certificada.

6.4 Crítica constructiva y aportes

Esta tesis realiza una contribución distintiva al debate nacional sobre género y educación superior en Chile:

6.4.1 Cuantificación técnica de la sensibilidad económica

Mientras la mayoría de los estudios nacionales se limitan al diagnóstico descriptivo o cualitativo, esta investigación proporciona una métrica técnica: la elasticidad-precio. Identificar que el arancel tiene una asociación empírica negativa ($\beta = -0.51$) permite a los tomadores de decisiones transitar desde la retórica hacia el análisis de matemática financiera aplicada a la política pública.

6.4.2 Desmitificación de la brecha institucional Privada/Estatal

El análisis de heterogeneidad aporta una perspectiva novedosa al demostrar que, en el nicho específico de carreras STEM acreditadas, las universidades estatales no representan necesariamente la opción de menor costo, y que la brecha de precios presenta volatilidad. Esto desafía la narrativa tradicional y sugiere que la barrera de costos es un fenómeno transversal al sistema educativo, no exclusivo de un subsistema particular.

6.4.3 Fortalecimiento del estándar metodológico mediante la estimación econométrica de la elasticidad-precio

La construcción de una base de datos depurada que combina variables educativas con indicadores macroeconómicos, junto a su validación mediante pruebas econométricas de diagnóstico, eleva el estándar de análisis para futuras investigaciones de pregrado. Este enfoque permite abordar problemas sociales complejos con herramientas técnicas de ingeniería, garantizando la consistencia interna del estudio.

6.5 Conclusiones del capítulo

La discusión confirma que el hallazgo de la elasticidad exige un enfoque de política pública integral: es necesario abordar tanto la barrera económica como los factores socioculturales

inelásticos. El análisis de la evolución temporal reveló una convergencia en las tasas de matrícula hacia el año 2024, lo que sugiere que el desafío ha evolucionado desde una “brecha de disponibilidad de oferta” hacia una barrera de capacidad de pago y percepción de riesgo financiero.

Capítulo 7 : Conclusiones y Recomendaciones

El presente estudio tuvo como propósito determinar la sensibilidad de la matrícula femenina frente al arancel universitario nominal en carreras STEM en Chile durante el periodo 2010-2024. Tras un análisis econométrico y descriptivo bajo un diseño observacional, se presentan las conclusiones y recomendaciones estratégicas derivadas de la evidencia empírica.

7.1 Principales hallazgos

La investigación ha permitido establecer tres hallazgos empíricos que aportan nueva evidencia al debate sobre la brecha de género en la educación superior:

7.1.1 El arancel como barrera de entrada

Se estableció estadísticamente que el arancel universitario no es una variable neutra. El modelo estimó una elasticidad-precio de -0.511 ($p < 0.05$), lo que indica que, *ceteris paribus*, un aumento del 1% en el arancel nominal promedio se asocia a una disminución del 0.51% en la tasa de matrícula femenina. Este hallazgo aporta evidencia de que el costo financiero actúa como un desincentivo real, operando como una barrera de entrada vinculada a la aversión al riesgo financiero frente a retornos laborales inciertos.

7.1.2 Inversión contra cíclica (efecto refugio)

Se identificó una asociación positiva y significativa entre el desempleo femenino y la matrícula STEM ($\beta = 10.126$). Los datos sugieren que las mujeres reaccionan al riesgo de desempleo invirtiendo en educación científica como una estrategia de mejora de empleabilidad futura, posicionando a estas carreras como un activo de resguardo laboral.

7.1.3 Convergencia institucional

El análisis reveló una dinámica de convergencia, mientras que en 2010 la formación STEM acreditada era casi exclusiva del sector estatal (CRUCH), hacia 2024 las tasas de participación entre universidades estatales y privadas se igualaron (aprox. 3.5%). Esto sugiere que la brecha de oferta se ha cerrado, trasladando el foco del problema hacia la capacidad de pago y la estabilidad de los precios.

7.2 Respuesta a los objetivos

La investigación ha dado cumplimiento a los objetivos planteados:

Respecto al objetivo general: Se logró estimar la elasticidad-precio mediante un modelo de regresión múltiple con un poder explicativo robusto ($R^2 = 0.58$), controlando satisfactoriamente por variables macroeconómicas.

Respecto a los objetivos específicos: Se estructuró una base de datos inédita, se describió la evolución histórica y se analizó la heterogeneidad, identificando una mayor volatilidad de precios en sector privado.

7.3 Contribuciones del estudio

Contribución empírica: Proporciona un estimador técnico (elasticidad de -0.51) que permite a los tomadores de decisiones dimensionar la sensibilidad económica de la brecha, complementando los diagnósticos cualitativos tradicionales.

Contribución metodológica: Valida un modelo de análisis que filtra por acreditación para asegurar la calidad de muestra, elevando el estándar técnico de la investigación.

7.4 Recomendaciones

7.4.1 Recomendaciones prácticas y de gestión:

Arancel diferenciado STEM mujer: Se recomienda a las instituciones implementar políticas de precios o becas automáticas que neutralicen el efecto de la elasticidad-precio identificada.

Financiamiento con enfoque de género: Se sugiere al Estado evaluar subsidios que reduzcan el riesgo de inversión inicial para mujeres, reconociendo la asimetría que enfrentan en el mercado laboral futuro.

Comunicación en ciclos recesivos: Las universidades deben posicionar las carreras STEM como “seguros de empleabilidad” durante periodos de alto desempleo.

7.4.2 Futuras investigaciones

Análisis de robustez estructural: Evaluar formalmente el impacto de la gratuidad y la pandemia como choques estructurales en la serie de tiempo para verificar la estabilidad de la elasticidad estimada.

Microdatos: Complementar este estudio agregado con análisis a nivel individual para observar variaciones por quintil socioeconómico.

7.5 Conclusiones del capítulo

Se concluye que el estudio ha cumplido su propósito al cuantificar la sensibilidad disuasoria del arancel. La recomendación principal es el diseño de instrumentos financieros que mitiguen el riesgo que las mujeres asumen, transformando la barrera económica en una oportunidad de inversión equitativa.

7.6 Conclusiones generales

El presente trabajo de memoria, titulado "EFECTO DEL ARANCEL UNIVERSITARIO SOBRE LA DECISIÓN DE ESTUDIAR CARRERAS STEM EN MUJERES CHILENAS", tuvo como propósito determinar la sensibilidad de la matrícula femenina frente al factor económico, específicamente el arancel nominal, en la brecha de género en carreras STEM en Chile (2010-2024). La investigación permite transitar desde el debate cualitativo hacia una discusión técnica basada en la asociación empírica y la elasticidad-precio.

Cuantificación de la hipótesis central (elasticidad)

El resultado empírico más significativo del estudio reside en el coeficiente de la elasticidad-precio (β_1), estimada en -0.511 ($p - value = 0.029$). Este hallazgo aporta evidencia a favor de la Hipótesis 1 (H1): un aumento del 1% en el arancel promedio ponderado está asociado a una disminución del 0.51% en la tasa de matrícula femenina.

I. El riesgo asimétrico y la teoría del capital humano

Esta cuantificación aporta una dimensión crítica a la teoría del capital humano. El arancel nominal, al ser el costo inicial de la inversión educativa, implica un riesgo financiero mayor para las mujeres, quienes se enfrentan a una brecha salarial futura comprobada. Por ende, la estudiante racional anticipa un menor Valor Presente Neto (VPN) de su inversión en comparación con sus pares masculinos, lo que exacerba su aversión al endeudamiento y la disuade de asumir el costo inicial. El valor inelástico ($\varepsilon = < 1$) es un hallazgo clave: si bien la barrera es económica y medible, la baja magnitud del coeficiente sugiere que la brecha se sostiene también por factores no monetarios (culturales, autoeficacia), lo que obliga a la política pública a una intervención dual.

II. Robustez metodológica y superación del vacío

El modelo utilizado demostró una robustez metodológica excepcional para la estimación de la asociación empírica, superando el vacío de investigación identificado en el estado del arte. La validez de los estimadores fue respaldada por el cumplimiento de los supuestos de series de tiempo, evidenciado por el estadístico Durbin-Watson de 2.403 (ausencia de autocorrelación) y la prueba de Homocedasticidad de Breusch-Pagan ($p = 0.8584$). Adicionalmente, el filtro estricto a carreras acreditadas (Filtro de Calidad) y la estandarización CINE-F 97 garantizan que la elasticidad calculada se vincule al factor precio y no a la heterogeneidad de la calidad educativa.

III. Implicancias estratégicas del factor riesgo

Un hallazgo de profunda implicancia para la gestión universitaria es el coeficiente positivo y altamente significativo asociado a la Tasa de Desempleo Femenina.

i. La decisión contracíclica y el "activo refugio"

Este resultado es consistente con el modelo híbrido propuesto: ante el deterioro del mercado laboral, las mujeres recurren a las carreras STEM, percibiéndolas como un "activo refugio" que mejora su empleabilidad futura. La implicancia es clara: la demanda existe, pero se activa ante una necesidad de seguridad.

ii. Convergencia y maduración de la oferta

El análisis de heterogeneidad demostró que la convergencia de tasas en 2024 entre Universidades Estatales CRUCH y Privadas desmitifica la creencia de que la barrera principal es la falta de oferta. Hoy, la barrera radica en la capacidad de pago en ambos subsistemas.

IV. Recomendaciones de política pública

i. Instrumentos de mitigación financiera (neutralización del -0.511)

- **Creación del "arancel diferenciado STEM mujer":** El Estado, o las IES, deben crear un instrumento de financiamiento focalizado que neutralice el factor de sensibilidad identificado ($\epsilon = -0.511$). Se recomienda la implementación de un subsidio de arancel o becas automáticas que mitiguen el riesgo financiero que las mujeres perciben, reduciendo así la barrera de entrada ex-ante.
- **Incentivo a la empleabilidad (estrategia contracíclica):** Las universidades deben intensificar sus campañas de admisión y programas de vinculación temprana durante los periodos de recesión económica, utilizando la estabilidad laboral de las áreas STEM como un argumento de valor para capturar el comportamiento contra cíclico identificado.

ii. Agenda de investigación futura

Para consolidar estos hallazgos, la agenda futura debe enfocarse en la micro econometría y el análisis de estabilidad estructural:

- **Modelos de datos de panel:** Es fundamental replicar el análisis de elasticidad a nivel de la estudiante individual para controlar la heterogeneidad intra-sujeto (ej. quintil socioeconómico).
- **Análisis de robustez estructural:** Evaluar formalmente el impacto de la gratuidad (2016) y la pandemia (2020) como choques estructurales para determinar la estabilidad de la elasticidad estimada frente a variaciones externas del sistema.

- **Expectativas de retorno:** Incorporar variables de expectativas de ingreso futuro para analizar si la sensibilidad al arancel se vincula directamente a una baja anticipación del retorno salarial.

En conclusión, esta tesis entrega la matemática de la desigualdad, transformando la necesidad de equidad de género en STEM en un problema de inversión educativa con propuestas de soluciones financieras basadas en la evidencia técnica. El arancel es una barrera asociada a la brecha de género; la política pública tiene ahora una base técnica para mitigarla.

7.7 Conclusiones específicas

Cuantificación de la barrera económica y la sensibilidad en las carreras STEM para las mujeres: una opinión y un imperativo de política pública.

El presente trabajo de memoria ha culminado su ciclo de investigación con un hallazgo de trascendental importancia: la brecha de género en las áreas STEM posee una raíz económica cuantificable. El modelo de regresión múltiple de series de tiempo proporcionó una estimación técnica robusta: la elasticidad-precio del arancel nominal es -0.511.

Este coeficiente es la evidencia empírica de que el arancel opera como un filtro estructural asimétrico, condicionando la inversión educativa de las mujeres debido a la brecha salarial de género preexistente. La conclusión general plantea, por lo tanto, un imperativo de política pública que busque mitigar este factor para desbloquear el potencial económico y social del país.

I. Cuestionamiento y opinión sobre los temas tratados

La investigación me ha llevado a la firme opinión de que el debate sobre la brecha STEM en Chile ha estado históricamente incompleto. Mi postura se centra en la siguiente crítica:

A. La falsa neutralidad del factor económico

Es mi convicción que considerar el arancel como un costo neutro es un fraude. Este estudio indica que su impacto financiero es mitigado por una menor expectativa de retorno salarial en el segmento femenino. Desde la teoría de la elección racional, la decisión de no ingresar a STEM se vincula a un cálculo de riesgo donde la inversión presenta un menor Valor Presente Neto que para un hombre.

B. Reinterpretación del comportamiento contracíclico

El hallazgo del comportamiento contra cíclico ($\beta_3 = 10.126$) debe verse como una oportunidad estratégica. Las mujeres demuestran ser agentes económicos racionales que buscan refugio en las áreas STEM ante el aumento del riesgo laboral. La política pública debe subsidiar este riesgo para activar esa motivación en condiciones normales de mercado.

C. La Convergencia como punto de inflexión

La convergencia de la oferta entre el subsistema público y privado hacia 2024 pone el foco completamente en el costo. Esto simplifica la solución hacia una intervención financiera directa.

II. Impacto potencial de aplicar los planteamientos del trabajo

La implementación de las principales recomendaciones, surgidas de la evidencia econométrica, tendría un impacto transformador:

A. Nivel individual y de equidad social

Al mitigar el factor de sensibilidad (ϵ) mediante la reducción de costos, se lograría disminuir el riesgo de endeudamiento y aumentar la autonomía y tasa de participación femenina. Esto permitiría que más talento acceda a sectores de mayor valor agregado, rompiendo círculos de pobreza intergeneracional.

Reducción del riesgo de endeudamiento: Se aliviaría la carga financiera que disuade a las mujeres de ingresar a STEM, especialmente aquellas de bajos y medios ingresos que son más sensibles a los cambios en el precio. El arancel dejaría de ser un factor de selección adversa.

Aumento de autonomía y tasa de participación: Se espera un aumento directo en la matrícula femenina, liberando la elección de la carrera de la presión económica y permitiendo que más

talento femenino acceda a los sectores de mayor valor agregado. Este aumento no es solo un indicador de género; es una poderosa herramienta de movilidad social para las mujeres, permitiéndoles acceder a empleos mejor remunerados y de mayor estabilidad, rompiendo círculos de pobreza intergeneracional.

B. Impacto institucional y en la gestión universitaria

Las instituciones de educación superior (IES) se verían obligadas a integrar la gestión de precios con perspectiva de género.

Optimización de la inversión: Las universidades, al aplicar la Estrategia contra cíclica recomendada, podrían optimizar sus ciclos de admisión. Promocionar las carreras STEM como "seguros de empleabilidad" en periodos de alto desempleo (aprovechando el β_3) permitiría a las IES estabilizar y aumentar la matrícula en estas áreas, independientemente del ciclo económico.

Mejora de la reputación y diversidad: Las instituciones que adopten estas medidas financieras se posicionarían como líderes en equidad y visión de futuro, atrayendo no solo talento femenino, sino el reconocimiento de la comunidad académica y el sector productivo por su compromiso real con la corrección de las fallas de mercado.

C. Impacto macroeconómico y de innovación nacional

El impacto a nivel nacional es el más crucial. La corrección de la brecha STEM vía instrumentos económicos tendría un efecto directo y exponencial en la productividad y la competitividad de Chile.

Aumento del capital humano y productividad: Más mujeres en STEM significa una fuerza laboral más diversa y calificada en los sectores de mayor crecimiento económico y potencial de

innovación. Esto se traduce directamente en un aumento del Capital Humano nacional y, por ende, en un incremento de la Productividad Marginal del Trabajo, que es fundamental para el crecimiento sostenible del PIB.

Cierre de la brecha de innovación: Las áreas STEM son el motor de la innovación. Al incorporar más mujeres en roles de liderazgo técnico y científico, se asegura una mayor diversidad de perspectivas en la resolución de problemas complejos, lo que ha demostrado ser un catalizador clave para la innovación disruptiva y el avance tecnológico del país.

Eficiencia del gasto público: Al demostrar que una intervención financiera focalizada tiene un efecto causal medible ($\varepsilon = -0.511$), el Estado obtendría una herramienta costo-efectiva para dirigir el gasto público de manera eficiente, garantizando que la inversión se traduzca en resultados concretos en la composición de la matrícula.

7.8 Síntesis final: El imperativo de actuar

En conclusión, esta tesis demuestra que la brecha de género en STEM es, en parte, un problema de sensibilidad a los precios. El coeficiente de $\epsilon = -0.511$ nos exige adoptar soluciones basadas en la evidencia: subsidiar el riesgo financiero que el mercado laboral impone a la mujer ingeniera o científica.

Como medida de robustez adicional, es fundamental que futuras investigaciones evalúen la estabilidad de esta elasticidad ante choques estructurales como la pandemia o la gratuidad. El costo de la inacción es la pérdida continuada de talento, la evidencia técnica está aquí, y la acción es ahora el único camino responsable.

Bibliografía

- Bello, A. (2020). *ONU Mujeres – Oficina Regional para las Américas y el Caribe*. Obtenido de Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe:
<https://lac.unwomen.org/sites/default/files/Field%20Office%20Americas/Documentos/Publicaciones/2020/09/Mujeres%20en%20STEM%20ONU%20Mujeres%20Unesco%20SP32922.pdf>
- Blanco, C., & Meneses, F. (29 de Mayo de 2019). *Sociedad hoy UdeC*. Obtenido de Impacto de la ayuda financiera en la matrícula técnica y universitaria:
https://revistas.udec.cl/index.php/sociedad_hoy/article/view/794
- Carrasco, E., & Valenzuela, D. (Julio de 2021). *CALIDAD EN LA EDUCACIÓN*. Obtenido de MUJERES QUE ELIGEN CIENCIAS:
<https://www.calidadenlaeducacion.cl/index.php/rce/article/view/994/667>
- Comisión Europea. (12 de Agosto de 2025). *Plan de Acción de Educación Digital: Contexto estratégico*. Obtenido de Comisión Europea: <https://education.ec.europa.eu/es/focus-topics/digital-education/plan>
- Devés, R. (s.f.). *Más Mujeres Científicas de la U. de Chile*. Obtenido de <https://educacionsuperior.mineduc.cl/2025/01/20/seleccion-educacion-superior-mujeres-aumentan-egresados-de-establecimientos-publicos-crecen/>

Dynarski, S. M. (2003). *American Economic Review*. Obtenido de Does Aid Matter? Measuring the Effect of Student Aid on College Attendance and Completion:

<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/000282803321455287>

Educación, M. d. (8 de Marzo de 2024). *Un 52,5% de matriculadas en primer año son mujeres: Subsecretaría de Educación Superior presenta Informe de Brechas de Género 2023*.

Obtenido de Subsecretaría de Educación Superior:

<https://educacionsuperior.mineduc.cl/2024/03/08/un-525-de-matriculadas-en-primer-ano-son-mujeres-subsecretaria-de-educacion-superior-presenta-informe-de-brechas-de-genero-2023/>

El 52,6% de las matrículas de primer año en pregrado corresponde a mujeres: Subsecretaría de Educación Superior presenta Informe de Brechas de Género 2024. (7 de Marzo de 2025).

Obtenido de Ministerio de Educación:

<https://educacionsuperior.mineduc.cl/2025/03/07/el-526-de-las-matriculas-de-primer-ano-en-pregrado-corresponde-a-mujeres-subsecretaria-de-educacion-superior-presenta-informe-de-brechas-de-genero-2024/>

Escalona, C. (Noviembre de 2025). *Estadísticas Descriptivas (2010-2024)*. Valparaíso:

Departamento de Ingeniería Comercial, UTFSM.

Fundación Luksic. (s.f.). *Becas Luksic Mujeres en STEM*. Obtenido de Fundación Luksic:

<https://www.fundacionluksic.cl/programas/beca-luksic-mujeres-stem/>

Guevara, M. (Agosto de 2021). *Factores que influyen en la participación de la mujer en carreras de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática*. Obtenido de Ciencia Cultura y

Sociedad:

https://www.researchgate.net/publication/354182349_Factores_que_influyen_en_la_participacion_de_la_mujer_en_carreras_de_ciencia_tecnologia_ingenieria_y_matematica

Mineduc. (11 de Diciembre de 2023). *Gobierno lanza política "Más Mujeres Científicas" que busca reducir brechas de género en carreras STEM*. Obtenido de Ministerio de Educación: <https://educacionsuperior.mineduc.cl/2023/12/11/gobierno-lanza-politica-mas-mujeres-cientificas-que-busca-reducir-brechas-de-genero-en-carreras-stem/>

Ministerio de Educación (MINEDUC). (2024 de Marzo de 2024). *Más Mujeres Científicas +MC*. Obtenido de Acceso Educación Superior: <https://acceso.mineduc.cl/cupos-mas-mujeres-cientificas-mc/>

Ministerio de Educación. (20 de Enero de 2025). *Selección Educación Superior: Mujeres aumentan, egresados de establecimientos públicos crecen*. Obtenido de Subsecretaría de Educación Superior: <https://educacionsuperior.mineduc.cl/2025/01/20/seleccion-educacion-superior-mujeres-aumentan-egresados-de-establecimientos-publicos-crecen/>

Ministerio de Educación, SIES. (7 de Marzo de 2025). *Brechas de Género en Educación Superior*. Obtenido de Mi Futuro: <https://www.mifuturo.cl/informe-brechas-de-genero-en-educacion-superior/>

Ministerio de educación, Subsecretaría de Educación Superior. (s.f.). *Aranceles de Referencia*. Obtenido de Beneficios Estudiantiles: <https://portal.beneficiosestudiantiles.cl/aranceles-de-referencia>

Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género. (16 de Octubre de 2023). *Ministerio de la Mujer y la Equidad de Género*. Obtenido de Lanzas becas con cobertura del 100% de arancel a

mujeres usuarias del SernamEG que se matriculen en carreras tecnológicas:

<https://minmujeryeg.gob.cl/?p=52234>

Mizala, A. (7 de diciembre de 2018). *Universidad de Chile*. Obtenido de ¿Cómo el género impacta la elección de carrera en Chile?: <https://uchile.cl/noticias/149883/como-el-genero-impacta-la-eleccion-de-carrera-en-chile>

Servicio de Información de Educación Superior. (Marzo de 2025). *Mi futuro CL* . Obtenido de Mi futuro CL Brechas de Educación Superior 2024: https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2025/03/Informe_Brechas_de_Genero_2024_SIES.pdf

Servicios de Información de Educación Superior. (Marzo de 2025). *Mi Futuro CL*. Obtenido de Brechas de género 2024: https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2025/03/Informe_Brechas_de_Genero_2024_SIES.pdf

Subsecretaría de Educación Superior. (2024). *Informe de Brechas de Género en Educación Superior 2024*. Obtenido de Ministerio de Educación: https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2025/03/Informe_Brechas_de_Genero_2024_SIES.pdf

Subsecretaría de Educación Superior. (s.f.). *Cupos Más Mujeres Científicas +MC*. Obtenido de Ministerio de Educación: <https://acceso.mineduc.cl/cupos-mas-mujeres-cientificas-mc/>

The World Bank. (Septiembre de 2023). *World Bank Group: International Development Association*. Obtenido de The World Bank : <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099614309062416806/pdf/IDU-ff0f147c-0fff-4a04-9756-03e4125c8ce9.pdf>

The World Bank Group. (2024). *The World Bank*. Obtenido de Atraer a más mujeres jóvenes a los campos de STEM:

<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099614309062416806/pdf/IDU-ff0f147c-0fff-4a04-9756-03e4125c8ce9.pdf>

UNESCO. (Septiembre de 2017). *BCN*. Obtenido de Brecha de género en Ciencias, Tecnología,:

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F29329%2F1%2FBCN_brecha_de_ge__nero_STEM_Final.pdf

UNESCO. (2017). UNESCO. *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*, 20.

UNESCO. (2017). UNESCO. *Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM)*, 20.

UNESCO. (2017). *UNESCO Digital Library*. Obtenido de Cracking the code: Girls' and women's education in science, technology, engineering and mathematics (STEM):

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000253479/PDF/253479eng.pdf.multi>

UNESCO. (10 de Febrero de 2023). *UNESCO*. Obtenido de Niñas, mujeres y STEM: Cómo la

Fundación Ingeniosas ayuda a descubrir vocaciones en ciencias y tecnología en Chile y

América Latina: [https://www.unesco.org/es/articles/ninas-mujeres-y-stem-como-la-fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-](https://www.unesco.org/es/articles/ninas-mujeres-y-stem-como-la-fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-y#:~:text=Las%20carreras%20STEM%20(es%20decir,el%20pensamiento%20anal%C3%ADtico%20y%20cr%C3%ADtico)

[fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-](https://www.unesco.org/es/articles/ninas-mujeres-y-stem-como-la-fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-y#:~:text=Las%20carreras%20STEM%20(es%20decir,el%20pensamiento%20anal%C3%ADtico%20y%20cr%C3%ADtico)

[y#:~:text=Las%20carreras%20STEM%20\(es%20decir,el%20pensamiento%20anal%C3%ADtico%20y%20cr%C3%ADtico](https://www.unesco.org/es/articles/ninas-mujeres-y-stem-como-la-fundacion-ingeniosas-ayuda-descubrir-vocaciones-en-ciencias-y#:~:text=Las%20carreras%20STEM%20(es%20decir,el%20pensamiento%20anal%C3%ADtico%20y%20cr%C3%ADtico)

Universidad de Chile . (12 de Diciembre de 2023). *Gobierno lanza política “Más Mujeres*

Científicas” para reducir las brechas de género en carreras STEM. Obtenido de

Universidad de Chile : <https://uchile.cl/noticias/212169/politica-mas-mujeres-cientificas-buscara-reducir-brechas-de-genero>

Capítulo 8 : Anexos

8.1 Salida completa de la regresión econométrica

Para poder tener las regresiones y resultados sobre la tesis se hicieron cálculos en el Excel donde aparecen las salidas computacionales de tal forma que me permitió obtener resultados explicados a lo largo de la tesis.

Regression Statistics					
Multiple R	0,762059266				
R Square	0,580734325				
Adjusted R Square	0,466389141				
Standard Error	0,103321218				
Observations	15				
ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	0,162652188	0,0542174	5,07878255	0,018999336
Residual	11	0,117428016	0,01067527		
Total	14	0,280080204			

	<i>Coefficients</i>		<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>
Intercept	-8,287141939		4,903154761	1,69016528
Log_arancel X1	-0,510752809		0,203635797	2,50816809
Log_PIB_pc control 2	3,318249179		1,606494437	2,06552174
Desempleo_Fem control 3	10,12622594		2,717041071	3,7269315
<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
0,11910243	-19,07891281	2,50462893	19,0789128	2,50462893
0,02908103	-0,958952177	0,06255344	0,95895218	0,06255344
0,06325998	-0,217621235	6,85411959	0,21762124	6,85411959
0,00334124	4,146058867	16,106393	4,14605887	16,106393

8.2 ANEXO 2: Resultados de las pruebas de robustez estadística (salidas de Stata).

Para poder obtener estos resultados se hicieron pruebas estadísticas en el programa STATA para así obtener las explicaciones de los resultados a lo largo de la tesis.

Test de Multicolinealidad - VIF

	VIF	1/VIF
PIB real	2.327	.43
Arancel	2.249	.445
Desempleo	1.253	.798
femenino		
Mean VIF	1.943	.

Test de Heterocedasticidad - Breusch-Pagan

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: fitted values of Tasa matricula

chi2(1) = 0.03

Prob > chi2 = 0.8584

Test de Autocorrelacion - Durbin-Watson

Durbin-Watson d-statistics (4,15) = 2.403252

Test de Normalidad - Shapiro-Wilk

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
residuos	15	0.951	0.947	-0.108	0.543

8.3 ANEXO 3: Base de datos agregada (2010-2024); matriz de datos agregados utilizada para la estimación econométrica.

Estas tablas representan lo que llevo a cabo el desarrollo de la tesis, donde se hizo el análisis de Universidades Estatales CRUCH vs Universidades Privadas orientadas a las mujeres, para obtener una comparación con el arancel de los hombres, además se utilizaron las variables en logaritmo de la tasa de matrícula STEM, arancel, PIB p/c y desempleo femenino.

Año cont temp control tem	Tasa_matricula_STEM(y)	arancel prom general M X1 nom	Brecha costo U PRIV-ESTAT CRUCH (X2)	arancel promedio nominal tipo inst m		total matr stem	Mat stem muj	Mat stem hombres
				U. Estatal CRUCH	U. Privadas no CRUCH			
2010	23,39%	\$ 2.483.408	\$ 911.036	\$ 2.452.600	\$ 3.363.636	885	207	678
2011	30,02%	\$ 2.591.477	\$ 927.256	\$ 2.572.744	\$ 3.500.000	1979	594	1385
2012	24,88%	\$ 2.669.917	\$ -1.357.676	\$ 2.757.966	\$ 1.400.290	1921	478	1443
2013	20,61%	\$ 3.618.598	\$ 372.409	\$ 3.600.863	\$ 3.973.272	1121	231	890
2014	22,33%	\$ 3.124.333	\$ -510.257	\$ 3.169.181	\$ 2.658.924	2700	603	2097
2015	23,32%	\$ 3.100.918	\$ -836.148	\$ 3.184.218	\$ 2.348.070	2281	532	1749
2016	16,17%	\$ 4.036.164	\$ -1.591.603	\$ 4.381.011	\$ 2.789.408	1484	240	1244
2017	22,03%	\$ 3.792.815	\$ -399.929	\$ 3.828.135	\$ 3.428.206	3341	736	2605
2018	22,39%	\$ 3.697.250	\$ 241.225	\$ 3.633.498	\$ 3.874.723	10243	2293	7950
2019	22,99%	\$ 3.960.734	\$ 107.511	\$ 3.927.653	\$ 4.035.164	8707	2002	6705
2020	25,30%	\$ 4.399.275	\$ 52.099	\$ 4.383.196	\$ 4.435.295	7838	1983	5855
2021	27,58%	\$ 4.624.911	\$ 171.402	\$ 4.568.019	\$ 4.739.421	5135	1416	3719
2022	25,12%	\$ 3.839.174	\$ -2.085.802	\$ 4.950.957	\$ 2.865.155	3435	863	2572
2023	23,24%	\$ 4.711.377	\$ -158.284	\$ 4.824.105	\$ 4.665.821	1764	410	1354
2024	26,53%	\$ 3.555.419	\$ -1.311.797	\$ 4.738.311	\$ 3.426.514	652	173	479

Log_tasa matricula stem Y	Log_arancel X1	Log_PIB_pc control X2	Desempleo_Fem control X3
-1,453	14,725	4,066	0,099
-1,203	14,768	4,088	0,090
-1,391	14,798	4,110	0,081
-1,580	15,102	4,120	0,072
-1,499	14,955	4,123	0,070
-1,456	14,947	4,128	0,071
-1,822	15,211	4,130	0,072
-1,513	15,149	4,129	0,075
-1,497	15,123	4,139	0,081
-1,470	15,192	4,135	0,080
-1,374	15,297	4,103	0,108
-1,288	15,347	4,148	0,095
-1,381	15,161	4,155	0,084
-1,459	15,365	4,155	0,091
-1,327	15,084	4,164	0,092

8.4 ANEXO 4: Listado de áreas STEM consideradas clasificación de áreas de conocimiento STEM (criterio de inclusión).

Se aplicaron filtros para obtener un resultado acotado y detallado de las carreras STEM, realizado en STATA.

"Ciencias Físicas", "Ciencias de la Vida", "Informática", "Ingeniería y Profesiones Afines", "Matemáticas y Estadísticas", "Protección del Medio Ambiente", "Agricultura, Silvicultura")

8.5 ANEXO 5: Código de procesamiento (Do-file); Script procesamiento de datos en Stata.

Se hizo el filtro de variables en STATA, para poder obtener los resultados específicos sobre las universidades acreditadas, carreras profesionales, etc.

1. Definición de etiquetas

```
label define genero 1 "hombre" 2 "mujer"
```

```
label values gen_alu genero
```

2. FILTROS INSTITUCIONALES Y DE CALIDAD

```
keep if tipo_inst_1 == "Universidades"
```

```
keep if nivel_carrera_2 == "Carreras Profesionales"
```

```
keep if acreditada_carr == "ACREDITADA"
```

```
keep if tipo_inst_3 == "Universidades Estatales CRUCH" | tipo_inst_3 == "Universidades Privadas"
```

3. FILTRO TEMÁTICO (DEFINICIÓN STEM)

```
keep if inlist(cine_f_97_subarea, "Ciencias Físicas", "Ciencias de la Vida", "Informática",  
"Ingeniería y Profesiones Afines", "Matemáticas y Estadísticas", "Protección del Medio Ambiente", "Agricultura, Silvicultura")
```