

**Estudio de la Estructura Poblacional de la Carrera de Enfermería en
Chile Durante los Últimos 15 Años.**



**UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA**

Memoria/Tesis presentada por

Eduardo Nicolás Molina Fernández

Como requisito para optar al título de

Ingeniero Comercial

Profesor guía: Darcy Elizardo Fuenzalida O´Shee

Julio de 2025



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción): Memoria o trabajo de título; Tesis de Postgrado;

Título del trabajo: Estudio de la estructura poblacional de la carrera de enfermería en Chile durante los últimos 15 años.

Nombre del candidato(a): Eduardo Nicolás Molina Fernández

Carrera / Grado: Ingeniería Comercial

Campus: Casa Central Valparaíso ; **Departamento:** Ingeniería Comercial

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Darcy Elizardo 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

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:

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: 26-09-2025

; Firma:

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 26-09-2025

; 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.

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

Departamento de Ingeniería Comercial

**“Estudio de la Estructura Poblacional de la Carrera de Enfermería en
Chile Durante los Últimos 15 Años.”**

Tesis presentada por

Eduardo Nicolás Molina Fernández

Como requisito para optar al Título de

INGENIERO COMERCIAL

Director de Tesis

Darcy Elizardo Fuenzalida O'Shee

Julio, 2025

TÍTULO DE TESIS:

**“Estudio de la Estructura Poblacional de la Carrera de Enfermería en
Chile Durante los Últimos 15 años.”**

AUTOR:

Eduardo Nicolás Molina Fernández

TRABAJO DE TESIS, presentando en cumplimiento parcial de los requisitos para el Título de
Ingeniero Comercial de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Observaciones: _____

Darcy Elizardo Fuenzalida O'Shee

director de Tesis

Valparaíso, Julio 2025.

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

Eduardo Nicolás Molina Fernández

Valparaíso, Julio 2025

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi profesor guía, Darcy Fuenzalida O'Shee, por su acompañamiento, orientación y compromiso a lo largo de este trabajo. Su guía fue clave para estructurar, cuestionar y mejorar cada etapa de esta investigación.

También quiero agradecer profundamente a mi familia, el verdadero sostén que me acompañó en cada paso de este extenso y desafiante camino universitario. Sin ellos, este logro simplemente no habría sido posible. Agradezco de forma especial a mi madre, padre y hermano, quienes fueron mi refugio en los momentos de mayor incertidumbre, mi impulso cuando quise rendirme y mi alegría en cada pequeño avance. Estuvieron siempre en la primera línea, con amor incondicional, fe inquebrantable y una presencia constante que me sostuvo cuando flaqueaban las fuerzas. Este triunfo también es de ustedes.

El desarrollo de este trabajo se sustentó en fuentes de datos oficiales de acceso público, tales como las provistas por el Ministerio de Educación (MINEDUC) y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), a quienes agradezco indirectamente por facilitar el acceso a información clave para la construcción de evidencia.

Por último, agradezco a Dios, por darme la fuerza, la salud y la perseverancia para completar este importante ciclo de mi vida.

Cierro estos agradecimientos con una frase que me acompañó en los momentos de mayor incertidumbre:

“Si puedes soñarlo, puedes lograrlo.”

Índice

Resumen ejecutivo	19
Palabras claves.....	19
Abstract	20
Keywords.....	20
Resumen y Conclusiones	21
Capítulo 1. Introducción	25
Capítulo 2. Estado del Arte	27
2.1 Introducción al Tema y su Relevancia.....	27
2.2 Análisis Descriptivo de la Literatura.....	28
2.3 Opiniones y Percepciones en la Literatura	29
2.4 Vacíos Identificados y Aporte de esta Investigación	30
2.5 Conclusiones y Posibles Investigaciones Futuras	30
Capítulo 3. Hipótesis	33
Capítulo 4. Objetivos	35
4.1 Objetivo General.....	35
4.2 Objetivos Específicos	36
Capítulo 5. Alcance	37
5.1 Alcance de la Tesis.....	37
5.2 Limitaciones del Estudio	38

5.2.1 Disponibilidad y Calidad de los Datos Públicos	38
5.2.2 Alcances del Modelo Estadístico	39
5.2.3 Enfoque Exclusivo en Universidades.....	39
5.2.4 Alcance de la Población Analizada	40
Capítulo 6. Metodología.....	41
6.1 Diseño de la Investigación.....	41
6.2 Recolección de Datos	42
6.3 Población y Muestra	43
6.4 Justificación del Criterio de Selección de Variables	45
6.5 Variables de Estudio	46
6.6 Análisis y Manejos de los Datos.....	50
Capítulo 7. Análisis de la Estructura Poblacional.....	54
7.1 Análisis Estadístico General de la Matricula Total de la Carrera Enfermería.....	56
7.2 Análisis General de la Matricula Total de la Carrera Enfermería	77
7.3 Análisis Estadístico General de la Matricula Primer Año de la Carrera Enfermería	78
7.4 Análisis General de la Matricula Primer Año de la Carrera Enfermería	87
Capítulo 8. Análisis de Variables para los Modelos de Regresión	88
8.1 Variables Dependientes	88
8.2 Variables Independientes	89

8.3 Variables Dummies	90
8.4 Análisis de las Variables Dependientes	90
8.4.1 Análisis Descriptivo de la Matrícula Total de Primer Año.....	90
8.4.2 Análisis Descriptivo de la Matrícula de Mujeres de Primer Año	92
8.4.3 Análisis Descriptivo de la Matrícula de Universidades CRUNCH de Primer Año.....	93
Capítulo 9. Desarrollo Progresivo de los Modelos de Regresión.....	95
9.1 ¿Qué es un Modelo de Regresión Lineal Múltiple?	95
9.2 Fundamentos de Modelos Econométricos	96
9.3 Test Estadísticos Aplicados a los Modelos.....	97
9.3.1 Significancia del Modelo y de los Coeficientes.....	98
9.3.2 Bondad de Ajustes	98
9.3.3 Autocorrelación de Residuos	98
9.3.4 Heteroscedasticidad y Multicolinealidad	99
9.4 Modelo de Regresión 1.....	99
9.5 Modelo de Regresión 2.....	101
9.6 Modelo de Regresión 3.....	103
9.7 Modelo de Regresión 4.....	105
9.8 Modelo de Regresión 5.....	107
9.9 Modelo de Regresión 6.....	109

9.10 Modelo de Regresión 7.....	112
9.11 Modelo de Regresión 8.....	114
9.12 Evaluación Comparativa de Los Modelos Econométricos	117
Capítulo 10. Selección y Justificación de los Modelos Finales	121
10.1 Evaluación Global del Modelo Matricula Total de Primer Año.....	121
10.1.1 Interpretación de los Coeficientes Individuales del Modelo Matricula Total de Primer Año	123
10.1.2 Diagnóstico y Validación del Modelo Matricula Total de Primer Año.....	124
10.1.3 Resumen General del Modelo Matricula Total de Primer Año	129
10.2 Evaluación Global del Modelo Matricula de Mujeres de Primer Año	130
10.2.1 Interpretación de los Coeficientes Individuales del Modelo Matricula de Mujeres de Primer Año	133
10.2.2 Diagnóstico y Validación del Modelo Matricula de Mujeres de Primer Año	134
10.2.3 Resumen General del Modelo Matricula de Mujeres de Primer Año.....	139
10.3 Evaluación Global del Modelo Matricula Universidades CRUCH de Primer Año	141
10.3.1 Interpretación de los Coeficientes Individuales del Modelo Matricula Universidades CRUCH Primer Año.....	144
10.3.2 Diagnóstico y Validación del Modelo Matricula Universidades CRUCH de Primer Año	145
10.3.3 Resumen General del Modelo Matricula Universidades CRUCH de Primer Año.....	151

Capítulo 11. Respuesta a la Hipótesis.....	154
11.1 Contrastación de Hipótesis	154
11.2 Análisis y Verificación Estadística.....	154
11.3 Discusión de los Resultados	155
Capítulo 12. Síntesis de los Modelos y Recomendaciones	157
12.1 Síntesis de los Modelos	157
12.2 Recomendaciones de Políticas Públicas.....	158
12.3 Recomendaciones para Estudios Posteriores.....	159
Capítulo 13. Conclusión.....	161
Bibliografía	165
Artículos y Libros.....	165
Fuentes de Datos.....	168
Anexos	170

Índice de gráficos

Gráfico 1 <i>Matrícula total de la carrera de Enfermería en Chile, 2010 – 2024</i>	56
Gráfico 2 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería en Chile, 2010 – 2024</i>	57
Gráfico 3 <i>Variación porcentual anual de la matrícula total en la carrera de Enfermería en Chile, 2010 – 2024</i>	58
Gráfico 4 <i>Variación porcentual anual de la matrícula total en la carrera de Enfermería por género en Chile, 2010–2024</i>	59
Gráfico 5 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024</i>	60
Gráfico 6 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024</i>	61
Gráfico 7 <i>Variación porcentual anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024</i>	62
Gráfico 8 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 1) en Chile, 2010–2024</i>	65
Gráfico 9 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 2) en Chile, 2010–2024</i>	65

Gráfico 10 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 1) en Chile, 2010–2024</i>	66
Gráfico 11 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 2) en Chile, 2010–2024</i>	66
Gráfico 12 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento con financiamiento estatal en Chile, 2010–2024</i>	68
Gráfico 13 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento con financiamiento estatal en Chile, 2010–2024</i>	69
Gráfico 14 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento particular en Chile, 2010–2024</i>	70
Gráfico 15 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento particular en Chile, 2010–2024</i>	71
Gráfico 16 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento educacional en Chile, 2010–2024</i>	72
Gráfico 17 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento educacional en Chile, 2010–2024</i>	73
Gráfico 18 <i>Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de ingreso a la educación superior en Chile, 2010–2024</i>	75

Gráfico 19 <i>Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de ingreso a la educación superior en Chile, 2010–2024</i>	76
Gráfico 20 <i>Matrícula anual de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024</i> ...	78
Gráfico 21 <i>Variación anual de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024</i>	80
Gráfico 22 <i>Proporción anual por género de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024</i>	80
Gráfico 23 <i>Matrícula anual de primer año en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024</i>	81
Gráfico 24 <i>Proporción anual de matrícula de primer año en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024</i>	83
Gráfico 25 <i>Variación anual de matrícula de primer año en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024</i>	84
Gráfico 26 <i>Proporción anual de matrícula femenina de primer año en la carrera de Enfermería por universidad en Chile, 2010–2024</i>	86
Gráfico 27 <i>Proporción anual de matrícula masculina de primer año en la carrera de Enfermería por universidad en Chile, 2010–2024</i>	86

Índice de Figuras

Figura 1 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 1</i>	100
Figura 2 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 2</i>	102
Figura 3 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 3</i>	104
Figura 4 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 4</i>	106
Figura 5 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 5</i>	108
Figura 6 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 6</i>	110
Figura 7 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 7</i>	113
Figura 8 <i>Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 8</i>	115
Figura 9 <i>Salida computacional del modelo de regresión para matrícula total de primer año de Enfermería</i>	122
Figura 10 <i>Histograma de residuos del modelo de regresión para matrícula total de primer año</i>	125
Figura 11 <i>Gráfico Q-Q Plot de residuos del modelo de regresión para matrícula total de primer año</i>	125
Figura 12 <i>Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk para el modelo de regresión de matrícula total de primer año</i>	126
Figura 13 <i>Gráfico de residuos versus valores ajustados del modelo de regresión para matrícula total de primer año</i>	127
Figura 14 <i>Resultados del test de homocedasticidad Breusch-Pagan para el modelo de regresión de matrícula total de primer año</i>	127

Figura 15 <i>Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) del modelo de regresión de matrícula total de primer año.....</i>	128
Figura 16 <i>Gráfico de residuos a lo largo del tiempo del modelo de regresión para matrícula total de primer año.....</i>	128
Figura 17 <i>Resultados del test de Durbin-Watson para el modelo de regresión de matrícula total de primer año.....</i>	129
Figura 18 <i>Salida computacional del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año en la carrera de Enfermería</i>	132
Figura 19 <i>Histograma de residuos del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año</i>	135
Figura 20 <i>Gráfico Q-Q Plot de residuos del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año.....</i>	135
Figura 21 <i>Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk para el modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año</i>	136
Figura 22 <i>Gráfico de residuos versus valores ajustados del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año</i>	137
Figura 23 <i>Resultados del test de homocedasticidad Breusch-Pagan para el modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año.....</i>	137
Figura 24 <i>Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) del modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año.....</i>	138
Figura 25 <i>Gráfico de residuos a lo largo del tiempo del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año.....</i>	138

Figura 26 Resultados del test de Durbin-Watson para el modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año.....	139
Figura 27 Salida computacional del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	143
Figura 28 Histograma de residuos del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	146
Figura 29 Gráfico Q-Q Plot de residuos del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	147
Figura 30 Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk para el modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	147
Figura 31 Gráfico de residuos versus valores ajustados del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	148
Figura 32 Resultados del test de homocedasticidad Breusch-Pagan para el modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	149
Figura 33 Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) del modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	149
Figura 34 Gráfico de residuos a lo largo del tiempo del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	150
Figura 35 Resultados del test de Durbin-Watson para el modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH.....	151

Figura A1 <i>Script R (1) – Anexos</i>	175
Figura A2 <i>Script R (2) – Anexos</i>	176
Figura A3 <i>Script R (3) – Anexos</i>	177
Figura A4 <i>Script R (4) – Anexos</i>	178
Figura A5 <i>Script R (5) – Anexos</i>	179

Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Fuentes clave utilizadas en la investigación y principales aportes al estudio</i>	31
Tabla 2 <i>Descripción de las variables utilizadas en el estudio, incluyendo su tipo y fuente de datos</i>	49
Tabla 3 <i>Comparación de matrícula entre universidades pertenecientes al CRUCH y universidades no CRUCH</i>	85
Tabla 4 <i>Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente: matrícula total de primer año</i>	91
Tabla 5 <i>Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente: matrícula de mujeres de primer año</i>	92
Tabla 6 <i>Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente: matrícula en universidades CRUCH de primer año</i>	93
Tabla 7 <i>Comparación de coeficientes y variables incluidas en los ocho modelos econométricos estimados</i>	117
Tabla 8 <i>Comparación de los modelos de regresión más significativos según criterios estadísticos</i>	153
Tabla A1 <i>Base de datos resumida (1) – Anexo</i>	172
Tabla A2 <i>Base de datos resumida (2) – Anexo</i>	173
Tabla A3 <i>Base de datos resumida (3) – Anexo</i>	174

Resumen Ejecutivo

Este estudio analiza la evolución de la matrícula en la carrera de Enfermería en Chile entre 2010 y 2024, identificando los factores socioeconómicos y contextuales que han influido en el ingreso a esta profesión. La investigación sigue un enfoque cuantitativo, longitudinal y explicativo, utilizando modelos de regresión lineal múltiple para evaluar la relación entre la matrícula de primer año y variables como el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, la tasa de desempleo y eventos sociales relevantes como el estallido social de 2019, la pandemia de COVID-19 y el movimiento feminista iniciado en 2018.

Los datos provienen de fuentes oficiales como *Mi Futuro*, *SIES*, *el Instituto Nacional de Estadísticas (INE)* y *el Banco Central de Chile*, permitiendo analizar la matrícula total y a su vez segmentarla por sexo, tipo de universidad, modalidad de estudio, región, tipo de colegio de origen y rango etario.

Los resultados muestran un crecimiento sostenido hasta 2016, seguido de una baja en los años posteriores, con repuntes asociados a crisis sanitarias. Predomina la matrícula femenina, aumenta la participación de universidades pertenecientes al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH) y se concentran estudiantes de colegios subvencionados y del sector científico-humanista. Los modelos econométricos alcanzaron valores de R^2 ajustado superiores al 0,75, lo que indica un alto poder explicativo, y presentó coeficientes estadísticamente significativos ($p < 0,05$) para variables como PIB per cápita, tasa de desempleo y los eventos sociales analizados.

En conclusión, la investigación aporta evidencia para comprender la demanda de educación superior en salud y orientar políticas públicas hacia una formación más equitativa y acorde a las necesidades del sistema sanitario chileno.

Palabras Claves: Enfermería, estudio poblacional, matrícula universitaria, educación superior, regresión lineal múltiple, variables socioeconómicas, política educativa.

Abstract

This study analyzes the evolution of nursing enrollment in Chile from 2010 to 2024, identifying socioeconomic and contextual factors influencing career choice. Using a quantitative, longitudinal, and explanatory approach, multiple linear regression models were applied to relate first-year admissions to GDP per capita, unemployment rate, and major social events such as the 2019 social unrest, the COVID-19 pandemic, and the feminist movement since 2018.

Data from the Ministry of Education, the National Institute of Statistics, and the Central Bank of Chile were consolidated to assess total enrollment by gender, university type, study modality, region, high school type, and age group. Results show growth until 2016, followed by a decline with temporary increases during health crises. The model achieved an adjusted R^2 above 0.75, with GDP per capita, unemployment, and social events showing statistical significance ($p < 0.05$).

These findings highlight that economic conditions and sociopolitical events substantially shape nursing enrollment, providing evidence to guide public policies toward more equitable and context-adapted health education.

Keywords: Nursing, population structure, university enrollment, higher education, multiple linear regression, socioeconomic variables, education policy.

Resumen y Conclusiones

Esta investigación tiene por objetivo analizar la evolución de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile entre los años 2010 y 2024, identificando los factores estructurales, económicos y sociopolíticos que han influido en su comportamiento. La motivación de este estudio radica en la relevancia estratégica que tiene la formación de personal de salud para el país, especialmente tras acontecimientos críticos como la pandemia por COVID-19 y el estallido social, que han puesto en evidencia la necesidad de comprender las dinámicas de acceso a este tipo de carreras.

Se adoptó un enfoque cuantitativo, longitudinal y explicativo, utilizando datos oficiales provenientes de fuentes públicas como el Ministerio de Educación (MINEDUC), el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y el Banco Central de Chile. El diseño metodológico contempló la construcción de una base de datos consolidada con variables anuales entre 2010 y 2024, y la posterior estimación de un modelo de regresión lineal múltiple para evaluar el impacto de variables como el arancel promedio, el PIB per cápita y la presencia de la pandemia como evento exógeno.

Hallazgos empíricos

Los resultados obtenidos indican que la matrícula de primer año en Enfermería presenta una relación estadísticamente significativa con el arancel promedio anual ($p < 0.001$), lo que refleja que el costo de la educación actúa como una barrera de acceso efectiva, desincentivando la inscripción de nuevos estudiantes. A su vez, el PIB per cápita mostró una relación positiva y significativa ($p \approx 0.028$), lo que sugiere que, en períodos de mayor estabilidad económica, la demanda por esta carrera tiende a incrementarse. En cuanto a la variable dummy asociada a la pandemia, si bien su efecto fue positivo, su significancia fue marginal ($p \approx 0.079$), lo que plantea hipótesis abiertas sobre su influencia en la percepción social de la carrera.

Desde una perspectiva explicativa, el modelo alcanzó un R^2 ajustado de 0.7557, lo que evidencia un buen nivel de ajuste: aproximadamente el 75.6% de la variabilidad en la matrícula puede ser explicada por los factores incluidos. Estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula y validar empíricamente que las decisiones vocacionales en Enfermería no se producen de manera aislada, sino que están influenciadas por el entorno económico y social.

El análisis complementario de los datos permitió observar una serie de tendencias estructurales que caracterizan al estudiantado de Enfermería en Chile. Entre ellas, destaca la feminización persistente de la carrera, la mayor participación de estudiantes egresados de establecimientos subvencionados, y la concentración en universidades del CRUCH, especialmente en contextos de crisis. Estos patrones sugieren una orientación vocacional con fuerte carga de sentido social, pero también con desigualdades persistentes en el acceso.

Sin embargo, es importante destacar algunas limitaciones metodológicas de este estudio. Si bien se trabajó con un horizonte temporal de 15 años, la naturaleza agregada de los datos reduce el número total de observaciones disponibles para los modelos estadísticos, lo que puede limitar la potencia de inferencia y dificultar la incorporación de efectos no lineales o interacciones más complejas. Además, el enfoque centrado en variables macroeconómicas y eventos sociales no considera otros determinantes micro o institucionales que podrían complementar la explicación del fenómeno, como la percepción de empleabilidad, cambios curriculares o estrategias de marketing universitario. También cabe señalar que, por ser un estudio basado en datos secundarios, existe la posibilidad de sesgos derivados de las fuentes utilizadas y de la forma en que estas consolidan y reportan la información.

A partir de los hallazgos, se concluye que la matrícula en Enfermería es el resultado de una interacción compleja entre variables económicas, políticas públicas de financiamiento, factores simbólicos y eventos disruptivos. Esta complejidad exige que las decisiones educativas y de planificación estatal se construyan sobre modelos de análisis que incorporen múltiples dimensiones, más allá del rendimiento académico o la disponibilidad de cupos.

Recomendaciones de política pública

A partir de la evidencia empírica, se plantean las siguientes líneas de acción para fortalecer el acceso y la permanencia en la carrera de Enfermería en Chile:

- Beca “Enfermería País” con compromiso de servicio para financiar el arancel y costos de mantención para estudiantes de bajos ingresos, a cambio de un período de servicio en el sistema público de salud, priorizando zonas con déficit de personal.
- Regulación de aranceles y transparencia en costos educativos para establecer un arancel de referencia y exigir a las instituciones publicar el costo total de la carrera.
- Ampliación de la gratuidad con apoyo para costos indirectos incluyendo gastos de residencia, manutención y transporte, especialmente para estudiantes de regiones extremas o de bajos ingresos.
- Crédito contingente al ingreso (CCI) con condonación parcial así tener financiamiento con tasa real cero y condonación parcial para quienes ejerzan en zonas rurales o con déficit de personal de salud.
- Observatorio Nacional de Recursos Humanos en Salud donde se busca proyectar anualmente la oferta y demanda de enfermeras/os para orientar cupos, becas e incentivos regionales.

Recomendaciones para futuras investigaciones

Se realizan las siguientes recomendaciones a tener en consideración para futuras investigaciones y mejoras metodológicas:

- Ampliar el número de observaciones, dado que el horizonte temporal de 15 años, si bien extenso en duración, limita la cantidad de puntos útiles para el análisis estadístico.
- Explorar modelos dinámicos o de series de tiempo, que permitan capturar la evolución y los rezagos en los efectos de ciertas variables.
- Incorporar variables adicionales, tanto institucionales como sociales, que podrían enriquecer la comprensión del fenómeno.
- Profundizar en el análisis por tipo de institución y por género, considerando las diferencias estructurales observadas en los datos descriptivos.
- Complementar el análisis cuantitativo con enfoques cualitativos, que permitan explorar percepciones, motivaciones y barreras desde la experiencia estudiantil.
- Verificar y replicar el modelo con datos más recientes, garantizando así la actualización y robustez de los resultados ante posibles cambios de contexto.

Este estudio no solo entrega evidencia empírica relevante para la política pública, sino que también abre nuevas líneas para comprender cómo el contexto país moldea las trayectorias educativas en áreas estratégicas como la salud.

Capítulo 1. Introducción

La Enfermería es una profesión orientada al cuidado y atención integral de las personas, cuyo desarrollo ha experimentado una profunda transformación desde sus orígenes hasta la actualidad. Su consolidación como disciplina científica y socialmente relevante se atribuye en gran medida a Florence Nightingale, quien, durante la Guerra de Crimea en el siglo XIX, sistematizó los cuidados, introdujo principios de higiene y estableció estándares científicos y éticos en la formación del personal (Dossey, 2005). A partir de estos fundamentos, la Enfermería se expandió hacia América Latina mediante misiones sanitarias y reformas impulsadas por organismos internacionales a lo largo del siglo XX.

En Chile, la institucionalización de la carrera comenzó en 1906 con la creación de la primera Escuela de Enfermería en la Universidad de Chile, en el marco de un proceso más amplio de profesionalización del sector salud (Ministerio de Salud, s.f.). Desde entonces, la formación ha evolucionado desde un enfoque técnico ligado a la asistencia médica hacia una educación universitaria centrada en el cuidado biopsicosocial, la gestión sanitaria y la investigación clínica, respondiendo a los desafíos epidemiológicos y al fortalecimiento del sistema de educación superior.

Actualmente, Enfermería se sitúa entre las carreras con mayor matrícula a nivel nacional. En 2023 se registraron más de 43.000 estudiantes inscritos, lo que la posiciona como la segunda carrera universitaria con mayor número de matriculados, después de Ingeniería Comercial (Ministerio de Educación, 2024). Este crecimiento se explica por factores como su alta empleabilidad (79,4% al primer año de egreso), la creciente valorización social del rol profesional y la expansión de la oferta académica en universidades públicas y privadas.

Asimismo, fenómenos sociopolíticos recientes han incidido en la elección de esta carrera. El estallido social de 2019 visibilizó desigualdades en el acceso a la educación superior y en la valoración del trabajo en sectores críticos como salud y educación. Posteriormente, la pandemia de COVID-19 (2020–2021) puso de relieve la importancia de la Enfermería en la gestión de crisis sanitarias, aumentando el interés vocacional hacia esta área (Loyola et al., 2021). Del mismo modo, el movimiento feminista desde 2018 ha promovido transformaciones culturales en torno a la igualdad de género en espacios académicos y laborales, reforzando la relevancia de carreras tradicionalmente feminizadas como Enfermería (Colther, 2022).

A pesar del crecimiento sostenido de la matrícula y de la influencia visible de factores macroeconómicos y eventos sociopolíticos, existe una carencia de evidencia empírica que cuantifique de manera precisa cómo estas variables han incidido en las decisiones de ingreso a la carrera entre 2010 y 2024. La ausencia de análisis integrales que combinen información económica y contextual dificulta la planificación de la oferta académica, el diseño de políticas de acceso equitativo y la anticipación de cambios en la demanda, especialmente en un escenario marcado por crisis sociales y sanitarias que han redefinido las prioridades en la formación de profesionales de la salud.

En este contexto, el objetivo general de la presente investigación es analizar la evolución de la matrícula de estudiantes en la carrera de Enfermería en Chile entre 2010 y 2024, identificando patrones y estimando la influencia de factores socioeconómicos y contextuales en sus variaciones. Para cumplir este propósito, se plantean preguntas orientadoras como: ¿cómo se relacionan el PIB per cápita, la tasa de desempleo y los aranceles promedio con la matrícula de primer año en Enfermería?; ¿qué efectos concretos tuvieron el estallido social y la pandemia, una vez controladas las condiciones macroeconómicas?; y ¿existen diferencias significativas en estos efectos según el tipo de institución y el género de los estudiantes?

Capítulo 2. Estado del Arte

2.1 Introducción al Tema y su Relevancia

En este capítulo se presenta una revisión de la literatura y de fuentes estadísticas que permiten comprender la evolución y características de la matrícula en la carrera de Enfermería en Chile durante el período 2010–2024. El objetivo es aportar un panorama amplio sobre cómo ha cambiado la composición del estudiantado (considera variables como género, edad, distribución geográfica y tipo de institución) y cuáles han sido los principales factores sociales, económicos y políticos que han influido en dichas variaciones.

La Enfermería, como profesión, ha adquirido una relevancia creciente en el sistema de salud y en la educación superior chilena. Estudios recientes subrayan su rol esencial en la atención clínica, la gestión sanitaria y la promoción de la salud, así como su papel insustituible en contextos de crisis. En particular, la pandemia de COVID-19 visibilizó de manera inédita la importancia de las y los profesionales de Enfermería, quienes asumieron no sólo la atención directa de pacientes, sino también la contención emocional y la educación sanitaria de familias y comunidades (Loyola, Fernandes, O’S., & Bezerra, 2021).

Este panorama confirma que comprender la evolución de la matrícula no sólo es relevante para fines académicos, sino también para la planificación de recursos humanos en salud, la formulación de políticas públicas y la equidad en el acceso a la educación superior.

2.2 Análisis Descriptivo de la Literatura

- Evolución de la matrícula y presencia de la profesión

Enfermería se encuentra entre las carreras con mayor matrícula en Chile, registrando un crecimiento sostenido en los últimos 15 años. Según el Ministerio de Educación de Chile (2024), en 2023 la matrícula superó los 43.000 estudiantes, ubicándose como la segunda carrera universitaria con mayor número de matriculados. Este crecimiento se ha visto acompañado por un aumento sostenido de titulados, que ronda los 7.300 anuales (Las Últimas Noticias, 2022).

- Composición por género

La feminización de la matrícula es un rasgo histórico de la carrera. Colther (2022) documenta que en 2019 el 54,4% de la matrícula universitaria correspondía a mujeres, pero en Enfermería esta proporción es significativamente mayor. No obstante, persiste una brecha en el acceso a posiciones de liderazgo: Rosendo (2022) señala que las mujeres constituyen el 70% del personal de salud, pero sólo ocupan el 29% de los cargos directivos.

- Impacto de eventos recientes

Dos hitos recientes han incidido en la dinámica de matrícula: el estallido social de 2019 y la pandemia de COVID-19 (2020–2021). Loyola et al. (2021) concluyen que estos eventos reforzaron la valoración social de la Enfermería e incrementaron el interés por estudiar carreras de salud. A su vez, el movimiento feminista desde 2018 ha contribuido a visibilizar y revalorizar profesiones feminizadas.

- Factores de elección de carrera

Buitrago Echeverri (2017) identifica la vocación, el servicio y la preocupación por las personas como las motivaciones más frecuentes para estudiar Enfermería. El Centro de Innovación y Análisis Educativo, junto a Carrasco, Inzunza, Torres y Paiva (2019), destaca que la orientación vocacional y la disponibilidad de información actualizada son determinantes en la elección de carrera y universidad.

- Tasa de deserción

Aválos, Flores y Moena (2017) reportan que la deserción en Enfermería en Chile es de 5,27%, concentrada en los tres primeros años de estudio, una cifra significativamente menor que la observada en países de la OCDE.

2.3 Opiniones y Percepciones de la Literatura

Diversos autores destacan que la profesionalización de la Enfermería ha implicado superar barreras culturales y estructurales. Carrasco et al. (2019) analizan el tránsito desde un rol subordinado hacia uno más autónomo, aunque todavía condicionado por estructuras patriarcales. Figueroa y Hernández (2018) observan que los hombres que ingresan a esta profesión feminizada enfrentan tanto prejuicios sociales como ventajas en el desarrollo profesional.

La percepción social positiva fortalece la motivación y la permanencia en la carrera (Jara, González, & Riquelme, 2005), mientras que una imagen sesgada puede derivar en desmotivación o abandono. Moya (2011) y Pantoja, Soto y Torres (2023) sostienen que la equidad en el acceso debe ser abordada no solo desde lo socioeconómico, sino también desde la perspectiva de género.

En el ámbito laboral, Següel, Valenzuela y Sanhueza (2015) documentan que la Enfermería enfrenta altos niveles de estrés, turnos extensos y sobrecarga administrativa, lo que limita el tiempo de cuidado directo. Estas condiciones se agravaron durante la pandemia, evidenciando la necesidad de políticas que mejoren la calidad del empleo y el reconocimiento profesional.

2.4 Vacíos Identificados y Aporte de esta Investigación

El análisis de la literatura permite identificar tres vacíos principales:

- Falta de integración de variables macroeconómicas como PIB per cápita, tasa de desempleo y arancel promedio en el estudio de la matrícula universitaria.
- Ausencia de eventos sociopolíticos como variables en modelos explicativos, particularmente el estallido social de 2019 y la pandemia de COVID-19.
- Escasa desagregación por tipo de institución y género, lo que limita el diseño de políticas focalizadas.

Esta investigación abordará estos vacíos mediante un análisis longitudinal de la matrícula de primer año en Enfermería en Chile (2010–2024), utilizando un modelo de regresión lineal múltiple que incorpora variables macroeconómicas y dummies para eventos clave, con desagregación por género y tipo de institución.

2.5 Conclusiones y Posibles Investigaciones Futuras.

En conclusión, a pesar de los múltiples desafíos que enfrenta la profesión de Enfermería, el perfil de los profesionales en formación presenta señales alentadoras. En un país cada vez más multicultural, la capacidad de brindar una atención de salud culturalmente competente y adaptada a diversas realidades se vuelve esencial.

Así lo evidencia el estudio de Álvarez, Contreras y Vargas (2022), que destaca un sólido nivel de conocimientos culturales entre los estudiantes de Enfermería en Chile. Este escenario, sumado a las proyecciones de necesidades futuras del sistema sanitario chileno, refuerza la relevancia de una investigación sobre la estructura poblacional de la carrera de Enfermería. Saavedra (2010) ya advertía que, si bien Chile podría alcanzar un leve superávit de enfermeras hacia 2020, aún persisten brechas importantes en comparación con los estándares internacionales, especialmente en la proporción enfermera/médico y en relación con el crecimiento demográfico y epidemiológico del país.

Por esta razón, el análisis de los estudios revisados pone en evidencia los retos actuales y futuros para la Enfermería en Chile, particularmente en términos de la equidad de género, la proyección laboral y la educación. Por ello, estudiar la evolución de la matrícula durante los últimos 15 años no solo permitirá comprender mejor la respuesta del sistema formativo frente a la demanda sanitaria nacional, sino que también contribuirá a diseñar políticas públicas más efectivas. Esta investigación es clave para anticipar necesidades, ajustar la oferta académica, identificar desigualdades y proyectar escenarios laborales futuros que garanticen una atención de salud equitativa, eficiente y de calidad para toda la población chilena.

Con el objetivo de fundamentar el análisis de la evolución de la matrícula en la carrera de Enfermería en Chile y su relación con variables económicas y sociopolíticas, se seleccionaron las diez fuentes más relevantes empleadas en esta investigación. La elección se realizó considerando su pertinencia directa con la pregunta de investigación, su aporte metodológico y la calidad de la información proporcionada. Estas referencias abarcan tanto artículos y revisiones bibliográficas que contextualizan el fenómeno desde una perspectiva histórica, social y educativa, como bases de datos y estadísticas oficiales que sustentan la construcción y validación del modelo de análisis.

Tabla 1

Fuentes clave utilizadas en la investigación y principales aportes al estudio

Fuente	Tipo	VARIABLES principales tratadas	Metodología / Enfoque	Principales hallazgos o aportes
Álvarez-San Martín, R., Moll-Contreras, J. M., & Vargas-Santander, A. N. (2022)	Artículo académico	Competencias culturales en estudiantes de Enfermería	Estudio cuantitativo, análisis descriptivo	Detecta brechas en competencias culturales y su relación con la formación
Aválos, J., Flores, M., & Moena, B. (2017)	Artículo académico	Deserción en la carrera de Enfermería	Análisis descriptivo de cohorte	Identifica factores económicos y vocacionales asociados a la

				deserción
Carrasco, E., Inzunza, L., Torres, R., & Paiva, S. (2019)	Revisión bibliográfica	Historia y evolución de la Enfermería chilena	Revisión narrativa	Sistematiza el desarrollo histórico y cambios en el rol profesional
Colther, C. (2022)	Artículo académico	Desigualdad de género en el sistema universitario	Análisis cuantitativo con datos nacionales	Evidencia brechas de género en carreras con alta presencia femenina, como Enfermería
Loyola, T., Fernandes, Á., O'S., Suenia, X., & Bezerra, E. (2021)	Revisión narrativa	Impacto de la pandemia en el rol de la Enfermería	Análisis documental	Posiciona a la Enfermería como actor clave durante la crisis sanitaria del COVID-19
Ministerio de Educación de Chile – <i>Mi Futuro</i> , SIES (2025)	Base de datos oficial	Matrícula anual por sexo, edad, modalidad, región	Datos administrativos 2010–2024	Permite análisis longitudinal y desagregado de matrícula
Instituto Nacional de Estadísticas (INE) (2025)	Estadísticas oficiales	PIB per cápita, tasa de desempleo, proyección de población	Series de tiempo macroeconómicas y demográficas	Datos clave para vincular condiciones económicas con matrícula
Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (2024)	Informe estadístico	Arancel promedio ponderado	Datos de series de tiempo	Relaciona costos educativos con variaciones en la matrícula
Superintendencia de Salud (2024)	Base estadística	Egresos hospitalarios	Datos administrativos	Contextualiza la demanda de profesionales de salud
Rosendo, Z. (2022)	Informe oficial	Caracterización de profesionales de la salud en Chile	Análisis estadístico nacional	Describe distribución, edad y género del personal de salud, relevante para proyecciones de demanda

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 3. Hipótesis

En el contexto de esta investigación, se busca comprender qué factores han influido en la evolución de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile entre los años 2010 y 2024. Para ello, se parte del supuesto de que dicha evolución no responde únicamente a variaciones espontáneas o inercia demográfica, sino que se encuentra determinada en parte por el entorno económico nacional y por acontecimientos sociopolíticos de alto impacto que han afectado las decisiones vocacionales de los estudiantes.

Así, se plantea una hipótesis que establece una relación significativa entre variables explicativas de carácter económico y contextual, y la cantidad de nuevos ingresos anuales a la carrera. Esta hipótesis será contrastada mediante la aplicación de un modelo de regresión lineal múltiple que incorpora indicadores como el Producto Interno Bruto per cápita, la tasa de desempleo, y una variable dummy denominada como la pandemia por COVID-19.

Hipótesis:

"La matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile durante el período 2010–2024 está significativamente influenciada por variables macroeconómicas y por eventos sociales de alto impacto."

Para efectos de esta investigación se plantean dos hipótesis adicionales. La primera es la hipótesis nula (H_0), que establece que no existe una relación estadísticamente significativa entre las variables económicas y sociopolíticas analizadas y la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile.

La segunda es la hipótesis alternativa (H_1), que sostiene que sí existe una relación estadísticamente significativa entre dichas variables y la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile.

Hipótesis nula (H_0):

"La matrícula de primer año en la carrera de Enfermería no presenta relación significativa con las variables macroeconómicas ni con los eventos sociales considerados."

Hipótesis alternativa (H_1):

"Existe una relación estadísticamente significativa entre la matrícula de primer año en Enfermería y al menos una de las variables independientes incorporadas en el modelo econométrico."

Estas hipótesis serán evaluadas mediante pruebas de significancia estadística aplicadas a los coeficientes del modelo de regresión, utilizando como criterio el valor p (p-value) asociado a cada variable explicativa. En función de los resultados obtenidos, se validará o rechazará la hipótesis nula, determinando así si los factores seleccionados inciden de manera significativa en las decisiones de ingreso a la carrera de Enfermería en el contexto chileno.

Capítulo 4. Objetivos

Establecer los objetivos de una investigación representa un paso fundamental para guiar de manera coherente y estructurada el desarrollo del estudio. A través de ellos, se delimita con precisión el propósito central del trabajo, se define el enfoque metodológico y se orienta el análisis hacia la obtención de resultados pertinentes. En este contexto, los objetivos permiten traducir el interés investigativo en preguntas concretas. Asimismo, proporcionan un marco de referencia para evaluar la pertinencia de los datos utilizados, la coherencia del modelo analítico y la relevancia de las conclusiones alcanzadas. En consideración a los antecedentes planteados, y reconociendo el papel estratégico que cumple la formación de enfermeros dentro del sistema de salud chileno, se hace necesario establecer con claridad los objetivos de esta investigación. Ya que tanto la identificación de tendencias en la matrícula, como los factores que han influido en su evolución durante los últimos quince años, requiere de una delimitación precisa del propósito investigativo. Es por esto, que en el presente estudio se plantean objetivos generales y específicos que permitirán orientar el análisis cuantitativo de la información, con el fin de facilitar la interpretación de los resultados y aportar al desarrollo de evidencia empírica útil para el diseño de estrategias en educación superior y salud.

4.1 Objetivo General.

“Analizar la evolución de la matrícula de estudiantes en la carrera de Enfermería en Chile entre el 2010 y 2024, utilizando datos del Ministerio de Educación y otras fuentes estadísticas oficiales, con el propósito de identificar patrones de comportamiento y estimar la influencia de factores macroeconómicos (PIB, tasa de desempleo, arancel promedio) y eventos sociopolíticos (estallido social, pandemia del COVID-19 y movimiento feminista) sobre su variación.”

4.2 Objetivos Específicos.

“Cuantificar y describir la evolución anual de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile entre los años 2010 y 2024, desagregando los datos por sexo, edad, tipo de institución (pública o privada), modalidad de estudio y región geográfica.”

“Construir una base de datos longitudinal que integre la matrícula anual con variables macroeconómicas y contextuales como el PIB per cápita, la tasa de desempleo, y eventos como el estallido social, la pandemia de COVID-19 y el movimiento feminista.”

“Estimar un modelo de regresión lineal múltiple para evaluar la magnitud y dirección del efecto de las variables macroeconómicas y contextuales sobre la matrícula anual de primer año en Enfermería en el periodo 2010 – 2024.”

“Determinar el grado de significancia estadística de cada variable independiente del modelo, identificando cuáles tienen mayor influencia en las variaciones observadas de la matrícula.”

“Interpretar y contrastar los resultados obtenidos con la literatura existente, generando conclusiones que permitan proponer lineamientos y recomendaciones para la mejora en la planificación educativa y en la política pública de formación de profesionales de la salud.”

Capítulo 5. Alcance

5.1 Alcance de la Tesis

La presente investigación se centra en el análisis de la variación de la matrícula en la carrera de Enfermería en Chile durante el período 2010–2024. El estudio tiene como finalidad comprender los factores económicos y sociales que han influido en el ingreso de nuevos estudiantes a esta carrera, mediante un enfoque cuantitativo y con el uso de herramientas econométricas. El trabajo considera exclusivamente el contexto nacional y se restringe al sistema universitario chileno, dejando fuera de su alcance a institutos profesionales y centros de formación técnica, dado que estos no imparten la carrera de Enfermería como licenciatura universitaria, sino que imparte la carrera de técnico en Enfermería (TENS).

En una primera etapa, se realizará un análisis descriptivo general de la matrícula total en la carrera, considerando a todos los estudiantes matriculados en cualquier nivel (desde primer año hasta últimos años) durante el periodo de estudio. Este análisis busca caracterizar la composición de la matrícula, desagregando por variables como el sexo, el rango etario, el tipo de universidad (pública o privada), la modalidad de estudio (diurna o vespertina), la región geográfica en la que se imparte la carrera y el tipo de establecimiento educacional de origen (municipal, particular subvencionado o particular pagado). Este enfoque permitirá observar tendencias generales, distribución demográfica y la concentración territorial de los estudiantes de Enfermería.

Sin embargo, para garantizar la claridad analítica y la consistencia estadística del modelo econométrico, la investigación se acotará en su fase analítica final al estudio exclusivo de los estudiantes matriculados por primera vez en la carrera, es decir, aquellos que ingresan a primer año. Este enfoque permite aislar de manera más precisa los factores que inciden en la decisión de iniciar estudios en Enfermería, reduciendo interferencias derivadas de traslados internos, repitencias o reingresos, que podrían distorsionar el análisis econométrico.

En términos metodológicos, se construirá una base de datos consolidada que integra información de matrícula anual con variables macroeconómicas (como el PIB per cápita, la tasa de desempleo, entre otras) y variables dummy representativas de eventos de alto impacto, tales como el estallido social de 2019, la pandemia de COVID-19 desde el año 2020 y el movimiento feminista, con influencia sostenida desde 2018. Mediante el uso de regresiones lineales múltiples, se buscará estimar el grado de influencia de estas variables sobre la variación anual de la matrícula en primer año.

5.2 Limitaciones del Estudio

Si bien la investigación contempla un diseño riguroso y el uso de herramientas estadísticas avanzadas, presenta ciertas limitaciones que deben ser reconocidas desde el inicio.

5.2.1 Disponibilidad y Calidad de los Datos Públicos

La primera limitación está asociada a la disponibilidad y calidad de los datos públicos, ya que la información desagregada por año, institución, modalidad, sexo, edad y otras variables relevantes depende de las fuentes oficiales, como el Ministerio de Educación y el Instituto Nacional de Estadísticas. Algunas variables, como el establecimiento de egreso del estudiante o su situación socioeconómica detallada, presentan cobertura parcial o están disponibles solo para ciertos años, lo cual puede generar restricciones en los análisis longitudinales más finos.

Esta situación puede restringir la precisión de los resultados y la solidez de las inferencias, ya que obliga a trabajar con series incompletas o a excluir indicadores relevantes. Para reducir este efecto, se optó por emplear únicamente variables con cobertura continua y se documentaron de forma transparente las ausencias detectadas.

5.2.2 Alcances del Modelo Estadístico

En segundo lugar, se debe considerar la limitación metodológica derivada del uso de un modelo de regresión lineal múltiple, el cual, si bien es adecuado para detectar relaciones entre variables, no capta de forma directa la presencia de causalidad ni considera dinámicas no lineales o interacciones complejas entre factores sociales, institucionales y culturales que también podrían influir en la elección de carrera.

Esta limitación afecta principalmente la validez de inferencia causal. Aunque los resultados permiten identificar asociaciones significativas, las conclusiones no deben interpretarse como relaciones causa-efecto definitivas. Para fortalecer la interpretación, se contrastaron los hallazgos con la literatura y se reconocieron las posibles variables omitidas.

5.2.3 Enfoque Exclusivo en Universidades

Una tercera limitación es el enfoque exclusivo en universidades, lo que, si bien es coherente con el objetivo de este estudio, excluye la posibilidad de comparar con otras trayectorias educativas del área de la salud en el nivel técnico profesional. Asimismo, el estudio se limita al caso chileno, por lo que sus conclusiones no son generalizables a otros contextos nacionales sin el debido contraste.

Esto restringe la validez externa o generalización de los resultados, ya que las conclusiones aplican únicamente al sistema universitario chileno. Sin embargo, esta delimitación aumenta la validez interna, al trabajar con un universo homogéneo y comparable entre instituciones.

5.2.4 Alcance de la Población Analizada

Finalmente, al focalizarse solo en los alumnos de primer año para el modelo econométrico, se excluyen aquellos que reingresan, se trasladan o repiten cursos, lo que puede dejar fuera ciertos fenómenos relevantes sobre el comportamiento de la matrícula total. No obstante, esta decisión responde a la necesidad de construir un modelo más robusto y enfocado, basado en datos comparables y consistentes entre años.

Esta decisión reduce la cobertura del fenómeno (posible pérdida de información sobre la matrícula total), pero mejora la validez interna del modelo, ya que elimina factores que podrían distorsionar la estimación del impacto de las variables estudiadas sobre el ingreso inicial.

A pesar de estas limitaciones, se estima que los resultados del presente estudio ofrecerán un aporte sustantivo al análisis de la evolución de la matrícula en Enfermería y permitirán generar una base sólida para futuras investigaciones complementarias.

Capítulo 6. Metodología

6.1 Diseño de la Investigación

El diseño metodológico adoptado en esta investigación es de tipo cuantitativo, longitudinal y explicativo, lo que responde tanto a la naturaleza de la investigación como a los objetivos propuestos.

En primer lugar, el enfoque cuantitativo, ya que se hace uso de datos numéricos objetivos y medibles, extraídos de bases de datos oficiales como el Ministerio de Educación, el Instituto Nacional de Estadísticas y otras fuentes gubernamentales. Este enfoque permite el análisis sistemático de fenómenos observables (como la matrícula anual en la carrera de Enfermería) mediante técnicas estadísticas y econométricas. A diferencia de los estudios cualitativos, cuyo interés se centra en la comprensión de percepciones, discursos o significados, esta investigación busca cuantificar relaciones y medir el impacto de variables independientes sobre una variable dependiente, como es la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería. El uso de modelos estadísticos refuerza la objetividad y precisión del análisis.

En segundo lugar, el estudio es de carácter longitudinal, ya que analiza la evolución de la matrícula a lo largo de un periodo continuo de quince años, desde 2010 hasta 2024. Este diseño permite observar tendencias temporales, identificar rupturas en la serie de tiempo y detectar cambios estructurales en el comportamiento de la matrícula que podrían estar asociados a eventos sociales, económicos o políticos. A diferencia de un estudio transversal, que examina una situación en un momento determinado, el enfoque longitudinal brinda la posibilidad de incorporar la dimensión temporal como una variable relevante para el análisis, reconociendo que los fenómenos sociales y educativos no ocurren de forma estática, sino en contextos históricos dinámicos.

Por último, se define como una investigación de tipo explicativa, dado que su propósito no es meramente descriptivo, sino que apunta a identificar relaciones causales o al menos significativamente asociativas entre la matrícula de estudiantes de Enfermería y un conjunto de factores independientes. Entre estos se incluyen variables macroeconómicas, así como variables contextuales representadas mediante indicadores dicotómicos de eventos sociopolíticos de alto impacto, como el estallido social de 2019, la pandemia de COVID-19 a partir de 2020 y el fortalecimiento del movimiento feminista desde 2018.

6.2 Recolección de Datos

La recolección de datos para esta investigación se realizó a partir de diversas fuentes, provenientes de organismos oficiales, públicos y verificables. La estrategia de recolección consistió en la obtención, sistematización y procesamiento de información cuantitativa, con el fin de construir una base de datos sólida y coherente que permitiera desarrollar tanto los análisis descriptivos como los modelos econométricos planteados. Para ello, se utilizó una combinación de herramientas como Microsoft *Excel* para la organización inicial de los datos y *RStudio* para el procesamiento estadístico y la estimación de modelos.

Los datos fueron organizados en tres apartados principales:

El primer grupo de datos corresponde a los datos primarios, estos contienen la matrícula anual de estudiantes en la carrera de Enfermería, segmentadas por variables relevantes como tipo de institución (pública o privada), sexo, modalidad de estudio (diurna o vespertina), región geográfica, edad y tipo de establecimiento educacional de origen. Estos datos provienen de las bases administradas por el Servicio de Información de Educación Superior (SIES), el portal Mi Futuro del Ministerio de Educación de Chile y la Subsecretaría de Educación Superior.

El segundo conjunto corresponde a datos de contexto macroeconómico y demográfico que pueden influir en la decisión de ingresar a la carrera de Enfermería. Entre estos se incluye el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita anual, la tasa de desempleo, la población nacional estimada, el número total de personas que rindieron la Prueba de Selección Universitaria (PSU/PDT/PAES) cada año, así como eventos coyunturales como el estallido social de 2019, la pandemia de COVID-19 (desde 2020) y el auge del movimiento feminista (desde 2018), los cuales fueron representados mediante variables dummies en el modelo. Estas cifras se obtuvieron del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), el Banco Central de Chile, la Superintendencia de Salud y otras fuentes oficiales pertinentes.

El tercer grupo de datos corresponde a variables derivadas o construidas a partir de los datos originales, tales como tasas de variación anual de la matrícula, proporciones por sexo, participación relativa de universidades públicas versus privadas, y otros indicadores calculados con base en los datos primarios y contextuales. Estas variables permiten una mayor riqueza interpretativa y fueron esenciales para los análisis comparativos entre años.

6.3 Población y Muestra

La población objetivo de este estudio corresponde a la totalidad de estudiantes que se matricularon en la carrera de Enfermería en universidades chilenas durante el periodo comprendido entre los años 2010 y 2024. Es decir, se incluyen únicamente aquellos alumnos que ingresaron a esta carrera en instituciones de educación superior que imparten el programa de forma oficial, según los registros del Servicio de Información de Educación Superior (SIES) y la Subsecretaría de Educación Superior.

En términos institucionales, se consideraron exclusivamente las universidades acreditadas que ofrecen la carrera de Enfermería a lo largo del país, tanto del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH) como universidades privadas autónomas. Entre las principales instituciones incluidas se encuentran:

Universidades del CRUCH: Universidad de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Santiago, Universidad de Concepción, Universidad Austral de Chile, entre otras.

Universidades privadas autónomas: Universidad Andrés Bello, Universidad San Sebastián, Universidad de las Américas, Universidad Mayor, Universidad Finis Terrae, Universidad del Desarrollo, entre otras.

En total, se trabajó con una base consolidada de alrededor de 30 universidades que han impartido consistentemente la carrera de Enfermería en el periodo de estudio. Se excluyeron aquellas instituciones que no imparten la carrera, así como centros de formación técnica e institutos profesionales, dado que estos no otorgan el grado académico de licenciado en Enfermería, lo cual delimita claramente el alcance del estudio a la formación universitaria profesional en esta disciplina.

La muestra analizada corresponde al universo completo disponible, lo que significa que no se aplicó ningún tipo de muestreo probabilístico, ya que, los datos fueron obtenidos en su totalidad desde las fuentes públicas, lo cual le otorga al estudio un carácter exhaustivo y representativo de la población investigada.

6.4 Justificación del Criterio de Selección de Variables

La selección de las variables consideradas en esta investigación se fundamentó en criterios teóricos, empíricos y de disponibilidad de datos confiables. La demanda por educación superior y estudios de oferta académica en salud coincide en que las decisiones de matrícula están influenciadas por factores económicos, demográficos, institucionales y coyunturales. No obstante, en Chile no existe un estudio de carácter cuantitativo y longitudinal que analice específicamente la matrícula de la carrera de Enfermería bajo un enfoque multivariable.

En este contexto, las variables seleccionadas cumplen con tres condiciones clave:

1. Relevancia teórica: su influencia en la demanda por carreras universitarias está respaldada por la literatura.
2. Disponibilidad y confiabilidad de datos: provienen de fuentes oficiales (Ministerio de Educación, INE, Banco Central de Chile, etc.).
3. Pertinencia para el periodo de análisis: cubren de manera continua 2010–2024, permitiendo un análisis longitudinal.

A modo de ejemplo:

- Producto Interno Bruto (PIB) per cápita: seleccionado porque representa el ingreso promedio por persona y, por ende, la capacidad económica potencial para financiar estudios universitarios. En economías más sólidas, el acceso a la educación superior suele expandirse.
- Tasa de desempleo: incorporada debido a su potencial efecto en las decisiones de estudio como mecanismo para mejorar la empleabilidad futura, especialmente en periodos de crisis.
- Número total de inscritos en PSU/PDT/PAES: indica el universo potencial de estudiantes que podrían acceder a la universidad y, por ende, a la carrera de Enfermería.
- Tipo de universidad y tipo de establecimiento de origen: permiten capturar diferencias de acceso según segmentación institucional y antecedentes educativos previos.

- Variables dummy de contexto (COVID-19, estallido social, movimiento feminista): introducidas para medir el impacto de eventos extraordinarios y su relación con cambios en la matrícula, siguiendo la lógica de variables dicotómicas de intervención en series temporales.
- Matrícula total y titulados: incluidas para contextualizar la trayectoria académica de la carrera y complementar el análisis de la matrícula de primer año.
- Sexo y edad: incorporadas para estudiar cambios en la composición demográfica, relevantes dado que la Enfermería históricamente ha sido una carrera feminizada.

6.5 Variables de Estudio

La construcción de la base de datos utilizada en esta investigación consideró una serie de variables relevantes, agrupadas en dimensiones educativas, sociodemográficas y macroeconómicas. A continuación, se describen detalladamente todas las variables incluidas en la etapa de análisis exploratorio y diagnóstico.

a) Matrícula Total

Corresponde al número total de estudiantes matriculados en la carrera de Enfermería en cada año del periodo 2010–2024, independiente del nivel que cursen. Esta variable incluye tanto a estudiantes de primer año como a alumnos que cursan niveles superiores. Su análisis permite observar el crecimiento o decrecimiento general de la carrera en el sistema universitario chileno, comprendido como un total de todo el universo estudiantil respectivamente cada año.

b) Matrícula de Primer Año

Variable central del estudio, representa el total de estudiantes que se matriculan por primera vez en la carrera de Enfermería cada año, en universidades chilenas. Esta es la variable dependiente principal del modelo de regresión lineal múltiple, ya que, permite estudiar directamente los factores que influyen en la decisión de ingresar a la carrera.

c) Sexo

Variable cualitativa que distingue entre hombres y mujeres matriculados en la carrera de Enfermería. Permite realizar desagregaciones por género, analizar la feminización histórica de la carrera y estudiar si se han producido cambios en la participación masculina en el tiempo.

d) Edad

Variable continua que representa la edad de los estudiantes al momento de ingresar a la carrera, desagregada por intervalos y niveles, como, por ejemplo, desde los 17 a los 23 años. Se utiliza para identificar tendencias por rango etario y posibles cambios generacionales en la elección de esta carrera.

e) Tipo de Establecimiento Educativo de Origen

Clasifica a los estudiantes según el tipo de colegio del cual egresaron: municipal, particular subvencionado o particular pagado. Esta variable permite analizar si el tipo de establecimiento escolar influye en la elección de la carrera que las personas eligen para estudiar, con esto se busca la existencia de una correlación entre origen educativo y acceso a instituciones específicas.

f) Tipo de Universidad

Variable categórica que distingue entre universidades públicas (estatales y del CRUCH) y privadas autónomas. Se utiliza para observar la distribución de la matrícula según el tipo de institución y para evaluar la concentración de estudiantes en uno u otro segmento.

g) Producto Interno Bruto (PIB) Per Cápita

Variable cuantitativa anual que representa el ingreso promedio por persona en Chile. Se expresa en pesos constantes y se utiliza como indicador del desarrollo económico, siendo una de las principales variables explicativas en el modelo econométrico.

h) Tasa de Desempleo

Indicador macroeconómico que refleja el porcentaje de personas económicamente activas que no cuentan con empleo. Se considera como variable explicativa en el modelo, ya que puede incidir en la decisión de ingresar a una carrera profesional como Enfermería.

i) Titulados Total

Número total de estudiantes que obtuvieron el título profesional de Enfermería en cada año del periodo. Esta variable es utilizada para describir el egreso efectivo del sistema y observar la relación entre matrícula y titulación, aunque no forma parte directa del modelo de regresión.

j) Número Total de Inscritos en Prueba de Selección Universitaria

Refiere a la cantidad de personas que rindieron la PSU, PDT o PAES según el año, sirviendo como indicador del universo potencial de ingresantes a la educación superior. Su análisis permite contextualizar el peso relativo de la matrícula de Enfermería en el sistema general.

k) Variables Dummies de Contexto

Se construyeron variables dummy para representar eventos de alto impacto en la sociedad chilena:

COVID-19: Toma el valor de 1 para los años 2020 a 2022, y 0 en los años anteriores.

Estallido social: Toma el valor de 1 desde el año 2019 en adelante.

Movimiento feminista: Toma el valor de 1 desde el año 2018 en adelante, marcando el auge del movimiento como fenómeno sociocultural relevante.

A continuación, se presenta la tabla 2, que detalla todas las variables consideradas en el estudio. En ella se especifica el nombre de cada variable, su tipo (cualitativa o cuantitativa) y la fuente de datos correspondiente.

Tabla 2

Descripción de las variables utilizadas en el estudio, incluyendo su tipo y fuente de datos

Variable	Tipo	Fuente
Edad	Cuantitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Matrícula de Primer Año	Cuantitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Matrícula Total	Cuantitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Número Total de Inscritos en Prueba de Selección Universitaria	Cuantitativa	DEMRE / Ministerio de Educación de Chile
Producto Interno Bruto (PIB) Per Cápita	Cuantitativa	Banco Central de Chile / Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Sexo	Cualitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Tasa de Desempleo	Cuantitativa	Instituto Nacional de Estadísticas (INE)
Tipo de Establecimiento Educativo de Origen	Cualitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Tipo de Universidad	Cualitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Titulados Total	Cuantitativa	<i>Mi Futuro</i> – Subsecretaría de Educación Superior, Ministerio de Educación de Chile
Variables Dummies de Contexto	Cualitativa (dicotómica)	Construcción propia en base a registros históricos y fuentes oficiales (Ministerio de Salud, prensa y organismos estatales)

Nota. Fuente: Elaboración propia.

6.6 Análisis y Manejo de los Datos

El análisis y manejo de los datos se estructuró en diversas etapas, desde la recopilación y limpieza de la información hasta la ejecución de los modelos estadísticos y econométricos que permiten responder a los objetivos del estudio. En primer lugar, se procedió a la consolidación de las bases de datos provenientes de múltiples fuentes oficiales, como el Ministerio de Educación, el Instituto Nacional de Estadísticas, la Superintendencia de Salud y el Banco Central de Chile, entre otras. Los datos se recopilaron en formato abierto (generalmente en archivos CSV y *Excel*), los cuales fueron integrados y estandarizados en un entorno de trabajo organizado mediante Microsoft *Excel* y el software estadístico *RStudio*, que fueron las herramientas principales utilizadas para los análisis.

El proceso de depuración y validación de los datos incluyó la eliminación de valores faltantes, revisión de posibles inconsistencias cronológicas o duplicados. Asimismo, se crearon variables derivadas tales como tasas de variación anual, proporciones, y razones entre categorías, con el fin de enriquecer el análisis descriptivo previo a la estimación de los modelos.

En la etapa de análisis estadístico inicial, se aplicaron medidas descriptivas como medias, medianas, desviaciones estándar y frecuencias absolutas y relativas, para caracterizar el comportamiento de la matrícula de primer año y las demás variables incluidas en el estudio a lo largo del periodo 2010–2024. Se elaboraron gráficos y diagramas de dispersión para visualizar las tendencias y relaciones preliminares entre las variables.

Posteriormente, se desarrolló un análisis de correlación entre las variables independientes y la matrícula de primer año, con el fin de identificar posibles asociaciones lineales y evaluar multicolinealidad. A partir de este diagnóstico inicial, se construyó un modelo de regresión lineal múltiple.

Para realizar el modelo econométrico se utilizó el software *RStudio*, a partir de una base de datos consolidada y depurada previamente en Microsoft *Excel*. Los datos limpios se importaron al entorno de trabajo mediante la función `read_excel()`, lo que permitió integrarlos en un *data frame* y prepararlos para el análisis. La estimación del modelo de regresión lineal múltiple se realizó con la función `lm()`, y su evaluación inicial se obtuvo con `summary()`, que entrega los coeficientes, valores p , estadísticos t , y el coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado). Para verificar la robustez del modelo, se aplicaron pruebas complementarias: `vif()` para detectar multicolinealidad, `bptest()` para comprobar la presencia de heterocedasticidad y `dwtest()` para evaluar la autocorrelación de los residuos.

A continuación, se explican en detalle que son las funciones y para qué sirven:

La función `read_excel()` es la función del paquete `readxl` que permite leer directamente archivos de *Excel* (.xls o .xlsx) en R. Sirve para cargar datos de una hoja de cálculo a un *data frame* en R para su posterior análisis.

Para estimar los modelos se utilizarán principalmente dos funciones, la primera es `lm()` (*linear model*) esta es una de las funciones base de R que estima modelos de regresión lineal. Sirve para calcular la relación entre una variable dependiente (respuesta) y una o más variables independientes (predictoras). Devuelve los coeficientes y residuos del modelo.

La segunda función para utilizar es `summary()` la cuál es otra de las funciones base de R que muestra el resumen estadístico de un objeto, como un modelo, sirve para ver los coeficientes del modelo, el valor p , los estadísticos t , el R^2 y el R^2 ajustado.

Para la validación de los modelos se utilizarán funciones como `vif()` (*Variance Inflation Factor*) función del paquete `car` que calcula el Factor de Inflación de la Varianza. Su función es detectar multicolinealidad (correlación alta entre variables explicativas), lo cual puede distorsionar los resultados del modelo.

En este estudio, los valores de VIF obtenidos en la estimación preliminar evidenciaron una correlación alta entre algunas variables macroeconómicas, particularmente entre el PIB total y el PIB per cápita. Dado que ambas reflejan dimensiones estrechamente relacionadas del ingreso nacional, se decidió mantener únicamente el PIB per cápita como indicador económico principal, ya que representa de forma más directa la capacidad adquisitiva promedio de la población y evita redundancia estadística. Asimismo, se descartaron otras variables altamente correlacionadas cuya información ya estaba implícita en covariables retenidas. Este ajuste redujo el riesgo de inflar errores estándar y mejoró la estabilidad de los coeficientes estimados, garantizando así interpretaciones más fiables.

Otra de las funciones a utilizar es `bptest()` (*Breusch–Pagan Test*) es una función del paquete `lmtest` que aplica la prueba de Breusch–Pagan. Sirve para evaluar si existe heterocedasticidad, es decir, si la varianza de los errores no es constante (lo que puede afectar la validez de los resultados).

También se utilizará la función `dwtest()` (*Durbin–Watson Test*) esta es una función del paquete `lmtest` que aplica la prueba de Durbin–Watson. Sirve para verificar si existe autocorrelación en los residuos (relación entre errores consecutivos), un problema común en series temporales.

Todo el análisis fue documentado de forma trazable y replicable, siguiendo los principios de transparencia metodológica y rigor estadístico. El enfoque adoptado permite no solo establecer asociaciones cuantitativas entre las variables estudiadas, sino también interpretar de forma crítica los resultados en función del contexto educativo y sociopolítico chileno, constituyendo así un insumo relevante para futuras investigaciones y para la formulación de políticas públicas en el ámbito de la formación en salud.

Capítulo 7. Análisis de la Estructura Poblacional

Al momento de realizar el análisis de la estructura poblacional, se procedió a la búsqueda de datos a través del sitio Mi Futuro (2024), en este se descargó la base de datos del Ministerio de Educación de Chile (MINEDUC) correspondiente a los estudiantes matriculados en la Educación Superior, la cual contiene un compendio histórico desde el año 2007 hasta el 2024. Esta base incluye información detallada de todas las carreras impartidas en el país, por lo que se procedió a realizar una depuración específica para la carrera de Enfermería, con el objetivo de construir una base de datos sólida y focalizada que sirviera como fundamento para el análisis de la estructura poblacional y los modelos econométricos aplicados.

En primer lugar, se filtró la base por la carrera genérica de Enfermería, y posteriormente por años, acotando el período de análisis al comprendido entre 2010 y 2024, que es el intervalo temporal definido en el diseño de investigación. Luego, se seleccionaron únicamente las columnas relevantes para los objetivos del estudio, ocultando o eliminando aquellas que no aportaban información significativa, como identificadores administrativos internos, códigos innecesarios o variables sin variación temporal.

Las variables descriptivas seleccionadas fueron:

- Matrícula total por año en la carrera de Enfermería.
- Matrícula de primer año, tanto general como desagregada por sexo.
- Tipo de universidad (pública o privada).
- Modalidad de estudio (diurna o vespertina).
- Región geográfica de la sede universitaria.
- Rango etario de los estudiantes.
- Tipo de establecimiento educacional de origen.

En paralelo, se construyó un segundo bloque con variables contextuales y causales, las cuales podrían influir en la evolución de la matrícula. Estas variables incluyen:

- Evolución de los CENSOS nacionales.
- Totalidad de inscritos para rendir la PSU/PDT/PAES por año, también segmentado por sexo.
- Proyecciones poblacionales anuales del país, extraídas del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), desagregadas por sexo.
- Producto Interno Bruto (PIB).
- Tasa nacional de desempleo, como indicador del contexto económico laboral.

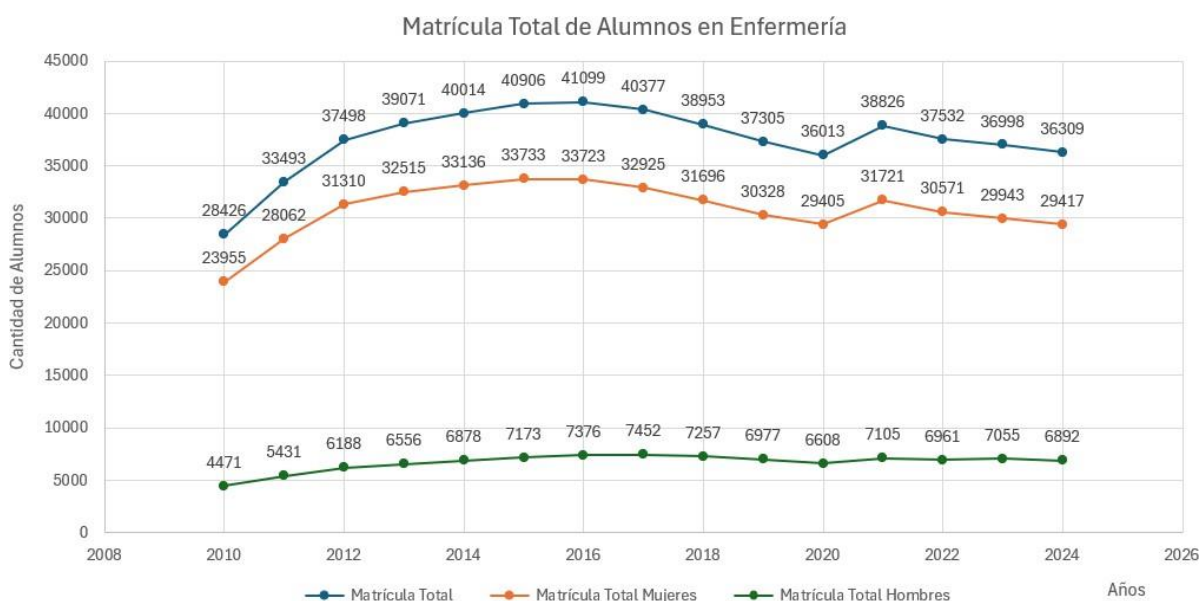
A estas se suman tres variables dummy que representan eventos sociales o políticos de alto impacto, los cuales se codifican con valores binarios para ser incorporados en modelos econométricos:

- Movimiento feminista: toma valor 1 a partir del año 2018.
- Pandemia por COVID-19: activa entre 2020 y 2022.
- Estallido social: considerada a partir del año 2019.

7.1 Análisis Estadístico General de la Matrícula Total de la Carrera Enfermería

Gráfico 1

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

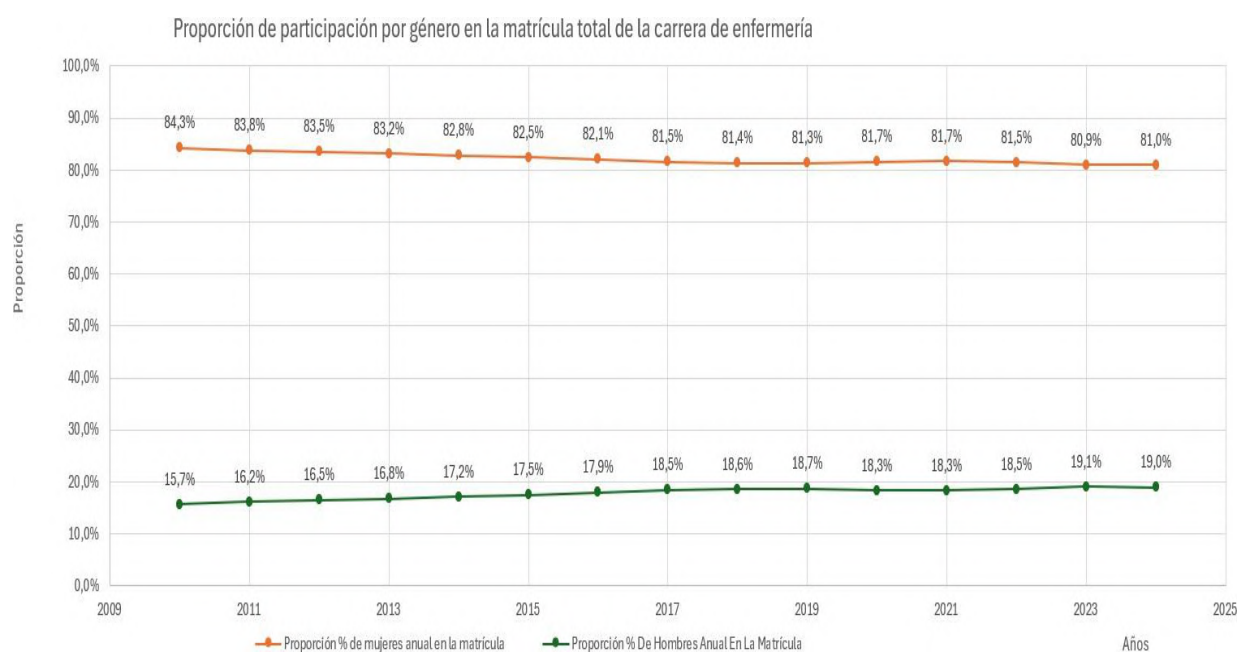
El gráfico 1 abarca el período de 2010 a 2024, proporciona una visión detallada de la evolución del número de estudiantes matriculados en esta carrera en Chile, diferenciando entre la matrícula total, la de mujeres y la de hombres. Se observa una clara tendencia de crecimiento sostenido en la matrícula total de Enfermería desde 2010 hasta 2016, pasando de 28.426 a un pico de 41.099 alumnos. Este período sugiere un aumento significativo en el interés por la profesión o una expansión de la oferta educativa. Posteriormente, se produce un descenso progresivo que se acentúa en 2020, coincidiendo con el inicio de la pandemia de COVID-19, alcanzando un mínimo de 36.013 matriculados en 2020. Aunque se registra un leve repunte en 2021 y 2022, la matrícula total muestra una nueva caída en los últimos años, llegando a 36.309 en 2024.

Al momento de desagregar por sexo, se obtiene que la matrícula de mujeres es, por amplio margen, el componente dominante de la matrícula total de Enfermería, reflejando la tradicional feminización de la profesión. Sin embargo, la matrícula de hombres en Enfermería a pesar de ser una porción menor también mostró un crecimiento constante y proporcional al de las mujeres en el primer período.

Para mostrar esta diferencia en cuanto a la proporción de la composición por género de la matrícula, se analiza el gráfico 2, el cual se detalla a continuación.

Gráfico 2

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería por género en Chile, 2010–2024



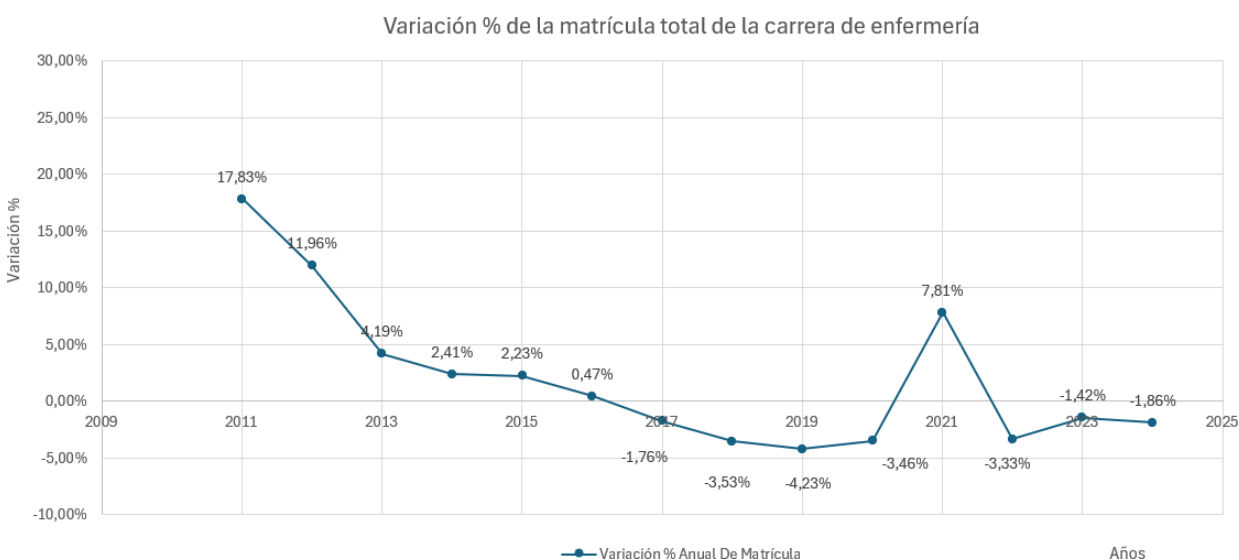
Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 2 ilustra la distribución porcentual de mujeres y hombres en la matrícula total de la carrera de Enfermería en Chile a lo largo del período en estudio, esto reafirma la feminización histórica de la carrera, donde las mujeres constituyen la abrumadora mayoría de los estudiantes matriculados, debido a que su porcentaje de participación siempre supera el 80% de la matrícula.

En contraste a la proporción de hombres anual en la matrícula, evidencia un aumento gradual y constante, aunque modesto. En 2010, los hombres representaban el 15.7% de la matrícula, al mantenerse relativamente estable en los años posteriores, llegando a un 19.1% en 2024.

Gráfico 3

Variación porcentual anual de la matrícula total en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

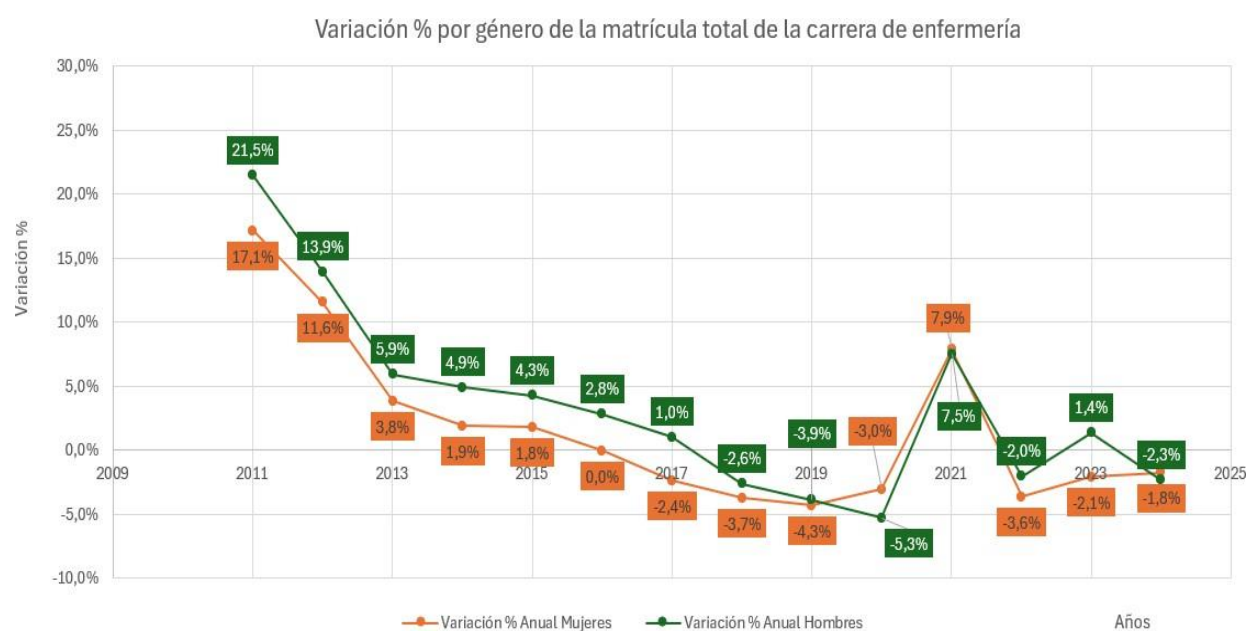
Este análisis de las variaciones porcentuales permite identificar los períodos de mayor dinamismo y las desaceleraciones en el interés por la carrera. A partir de 2012, las tasas de crecimiento disminuyen progresivamente. La variación porcentual baja a 4.19% en 2013, 2.41% en 2014, y 2.23% en 2015. Aunque sigue siendo un crecimiento, la dinámica se desacelera. En 2016, la variación es mínima, de apenas 0.47%, señalando una estabilización cercana al estancamiento. A partir de 2016, la matrícula de Enfermería entra en una fase de contracción. En 2017 se observa la primera caída significativa con un -1.76%, seguida de descensos más pronunciados del -3.53% en 2018 y -4.23% en 2019. Esta tendencia negativa culmina en 2020

con un -3.46%, lo cual coincide con el inicio de la pandemia de COVID-19. Si bien en el 2021 muestra un notable repunte con un crecimiento del 7.81%. Este incremento es particularmente interesante dado el contexto de la pandemia, sin embargo, este impulso es de corta duración. En 2022, la variación vuelve a ser negativa con un -3.33%, seguido de un -1.42% en 2023 y un -1.86% en 2024. Esto indica que el repunte de 2021 fue transitorio y la matrícula ha retomado una senda de ligero decrecimiento.

Con el fin de comprender a más detalle estas variaciones, se formula el gráfico 4 dividido por género para la variación porcentual de la matrícula total.

Gráfico 4

Variación porcentual anual de la matrícula total en la carrera de Enfermería por género en Chile, 2010–2024



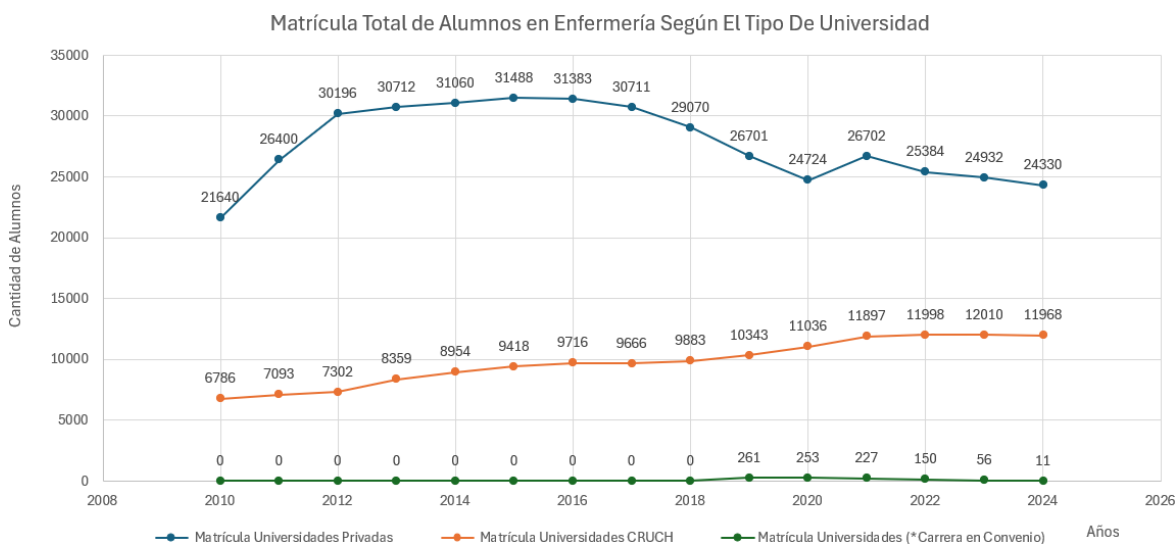
Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 4 desagrega las tasas de crecimiento y decrecimiento anuales de la matrícula, mostrando la dinámica específica de hombres y mujeres. Al comparar este gráfico con

el de la Variación % Anual De Matrícula Total, se pueden identificar patrones y diferencias significativas en el comportamiento de cada sexo.

Gráfico 5

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Las universidades privadas (línea azul) son, con mucho, las que albergan la mayor cantidad de estudiantes de Enfermería a lo largo de todo el período. En 2010, ya contaban con 21.640 matriculados, y alcanzaron su pico en 2016 con 31.383 alumnos. Esta cifra representa consistentemente la mayor parte de la matrícula total de Enfermería. La trayectoria de las universidades privadas sigue de cerca la tendencia de la matrícula total. Presentan el mismo patrón de crecimiento hasta 2016, seguido de un descenso que las lleva a 24.932 matriculados en 2024. Este comportamiento sugiere que las fluctuaciones en la matrícula total de Enfermería están fuertemente impulsadas por el desempeño de las universidades privadas.

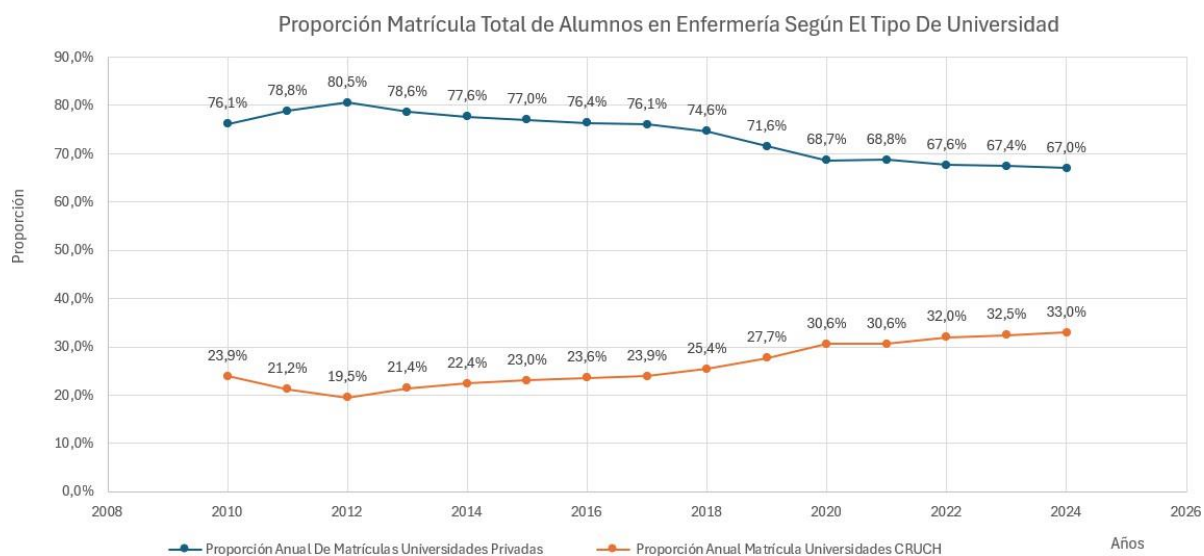
Por otro lado, las Universidades del Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (CRUCH) también muestran un crecimiento constante en la matrícula de Enfermería, aunque en menor volumen que las privadas. Inician el período con 6.786 matriculados en 2010 y exhiben un ascenso ininterrumpido hasta alcanzar 11.998 matriculados en 2022, estabilizándose en 11.968 en 2024.

Finalmente, la matrícula de las "Universidades (*Carrera en Convenio)" es prácticamente insignificante a lo largo de todo el período, manteniéndose en cifras muy bajas, casi nulas, y en los últimos años disminuyendo a solo 11 matriculados en 2024.

Ya que la matrícula en las universidades (*Carrera en convenio) es prácticamente insignificante, debido a que representa solo el 1% de la matrícula total a lo largo de todo el periodo, se excluyó para los análisis posteriores.

Gráfico 6

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024



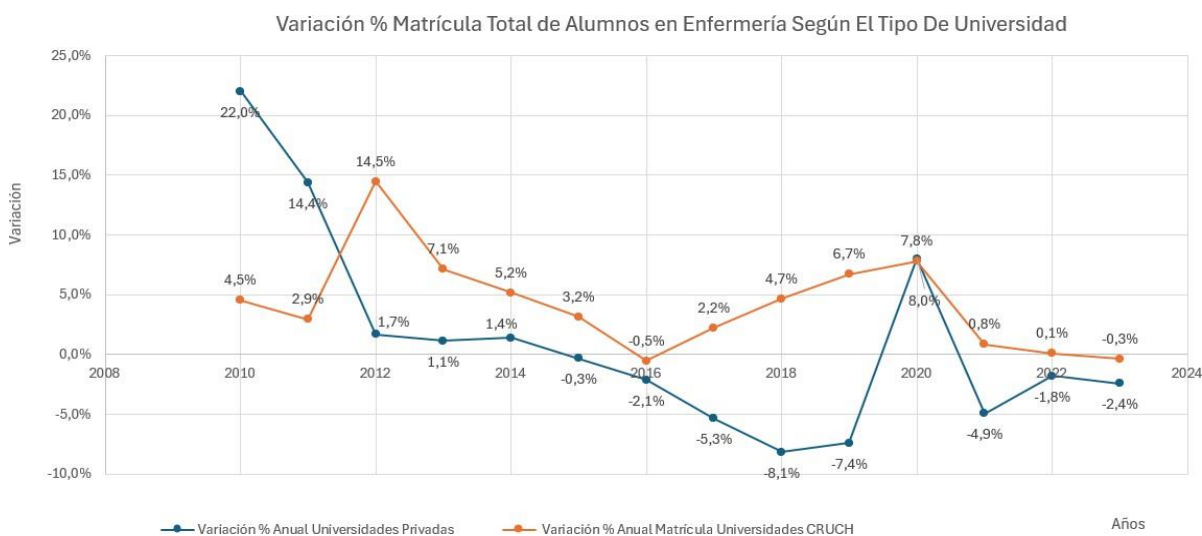
Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Las universidades privadas, iniciaron el período con una participación mayoritaria del 76.1% en 2010, alcanzando su punto máximo en 2012 con un 80.5%. Esto indica que, en los primeros años de la década, la gran mayoría de los estudiantes de Enfermería optaban por instituciones privadas. Sin embargo, a partir de 2012, la proporción de matrícula en universidades privadas experimenta un descenso sostenido y notable. Aunque se mantiene como la mayoritaria, su participación disminuye progresivamente hasta alcanzar el 67.0% en 2024.

En contraste directo con las privadas, la proporción de matrícula en universidades CRUCH, muestra una tendencia creciente a lo largo de todo el período. Partiendo de un 23.9% en 2010, su participación aumenta de manera constante, aunque con un leve descenso inicial, alcanzando un notable 33.0% en 2024. Este aumento sugiere que las universidades del Consejo de Rectores están ganando terreno en la atracción de estudiantes de Enfermería, ya sea por un cambio en la preferencia de los estudiantes, una mayor oferta de cupos en estas instituciones, o una percepción de mayor calidad o prestigio.

Gráfico 7

Variación porcentual anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 7 muestra las tasas de cambio anual en la matrícula de Enfermería, desagregadas por universidades privadas y universidades CRUCH (Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas). Esta visualización es crucial para identificar qué tipo de institución ha impulsado o frenado el crecimiento general de la matrícula en diferentes momentos.

El segmento de universidades privadas exhibe las variaciones porcentuales más extremas a lo largo del período. Inicia con un impresionante crecimiento del 22.0% en 2010, lo que sugiere una fase de rápida expansión de la oferta o de la demanda en estas instituciones. Sin embargo, esta alta tasa de crecimiento se modera rápidamente, cayendo a 2.9% en 2011 y 1.7% en 2012.

A partir de 2013, las universidades privadas entran en una fase de desaceleración que las lleva a registrar variaciones negativas desde 2015 (-0.3%), con caídas pronunciadas en 2019 (-7.4%) y 2020 (-8.1%). Estas significativas contracciones en los años previos y durante la pandemia indican que el sector privado fue particularmente vulnerable a los factores que afectaron la matrícula general.

Las universidades CRUCH, aunque con tasas de variación iniciales no tan explosivas como las privadas, muestran un patrón de crecimiento más constante y una menor volatilidad. Comienzan con un crecimiento del 4.5% en 2010 y alcanzan un notable 14.5% en 2012.

A pesar de algunas fluctuaciones, las tasas de variación de las universidades CRUCH se mantienen positivas o cercanas a cero durante la mayor parte del período de contracción de las privadas. Destaca su crecimiento en 2020 (+7.8%), un año en el que las privadas experimentaron su mayor caída. Esto es particularmente relevante, ya que mientras la matrícula total disminuyó en 2020, el segmento CRUCH logró expandirse, sugiriendo una mayor resiliencia o un posible traslado de la demanda hacia este tipo de instituciones en un contexto de crisis.

Posteriormente, su crecimiento se modera a 8.0% en 2021, 0.1% en 2022 y un leve -0.3% en 2023, lo que indica una estabilización de su crecimiento, pero sin las caídas pronunciadas observadas en las privadas.

El gráfico 7 demuestra claramente que la dinámica de la matrícula total de Enfermería no es homogénea entre los tipos de universidades. El sector privado ha sido históricamente el más volátil, con periodos de expansión agresiva seguidos de contracciones significativas. En contraste, las universidades CRUCH han exhibido un crecimiento más estable y, crucialmente, mostraron una notable resiliencia y crecimiento durante la crisis de 2020, lo que contrasta fuertemente con la marcada caída de las universidades privadas en el mismo periodo.

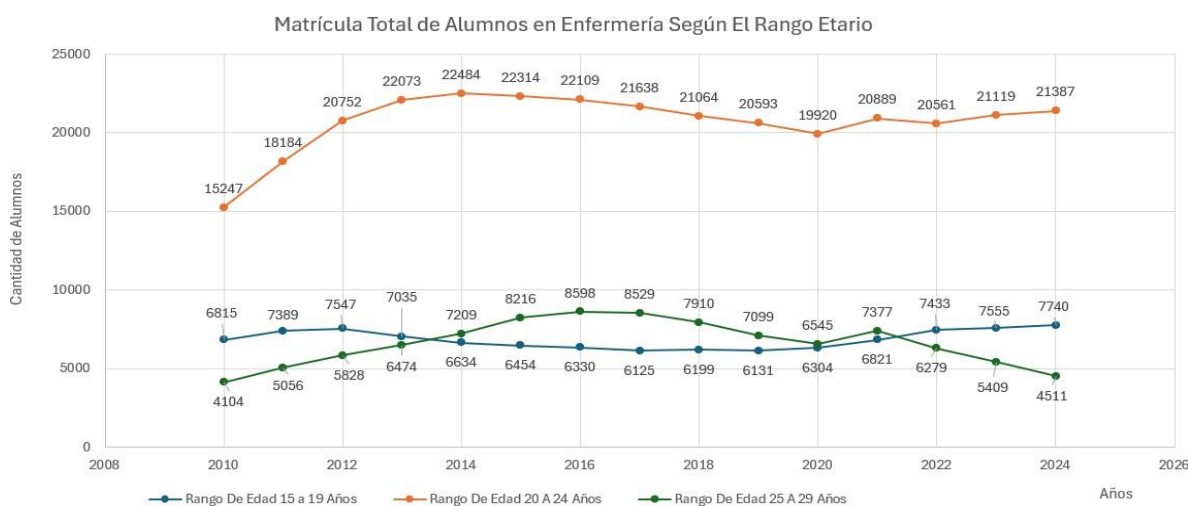
Para facilitar una comprensión más detallada y una observación precisa de la evolución de la matrícula en Enfermería según el rango etario, la representación gráfica original se ha desglosado en dos gráficos distintos. Cada una de estas nuevas visualizaciones agrupa tres categorías o rangos etarios, permitiendo así un análisis más focalizado de las dinámicas demográficas de los estudiantes matriculados en la carrera.

El análisis por rangos etarios (Gráfico 8: "Matrícula Total de Alumnos en Enfermería Según El Rango Etario" (grupo 1) y Gráfico 9: "Matrícula Total de Alumnos en Enfermería Según El Rango Etario" (grupo 2)) muestra que la mayor parte de la matrícula se concentra en el rango de 20 a 24 años, que también siguió la tendencia general de crecimiento y posterior declive. El rango de 15 a 19 años también mostró un patrón similar, mientras que el rango de 25 a 29 años tuvo un crecimiento más sostenido hasta 2016-2017 y luego fluctuó. Los rangos etarios superiores (30 a 34, 35 a 39 y 40 o más años) representan una proporción menor de la matrícula, pero muestran sus propias dinámicas, con el rango de 30 a 34 años alcanzando su pico alrededor de 2016 y luego disminuyendo. Esto sugiere que los factores que influyen en la elección de

carrera pueden variar según la edad de los estudiantes, siendo los más jóvenes quienes dictan las tendencias principales.

Gráfico 8

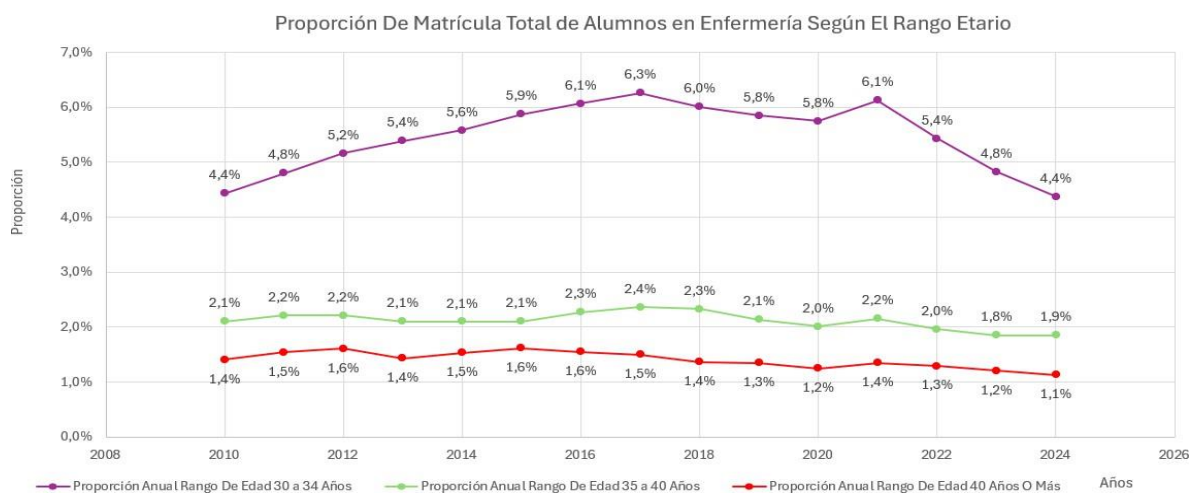
Matrícula total anual en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 1) en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Gráfico 9

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 2) en Chile, 2010–2024

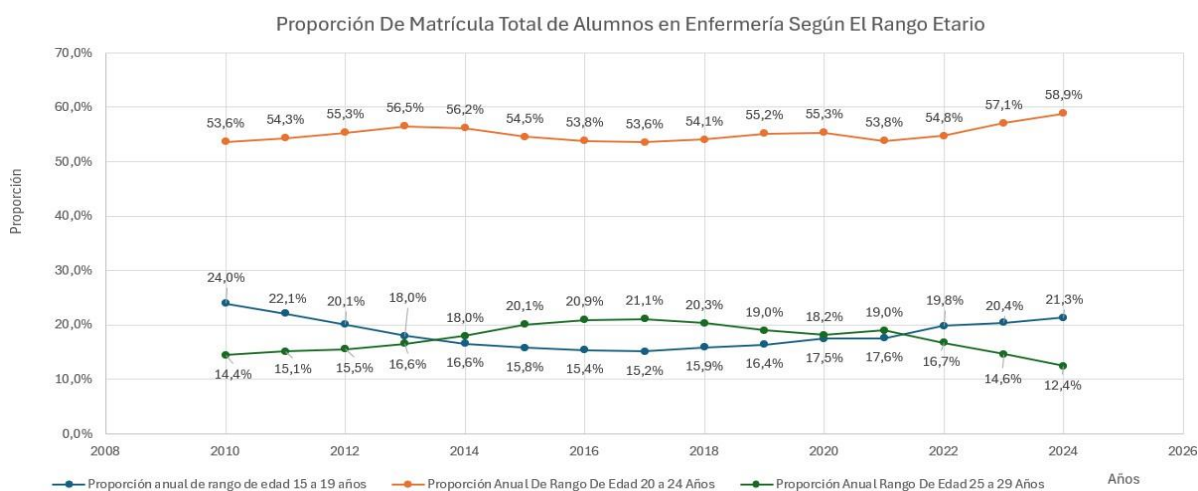


Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Con los gráficos de proporción de la matrícula total según el rango etario se siguió la misma dinámica anterior.

Gráfico 10

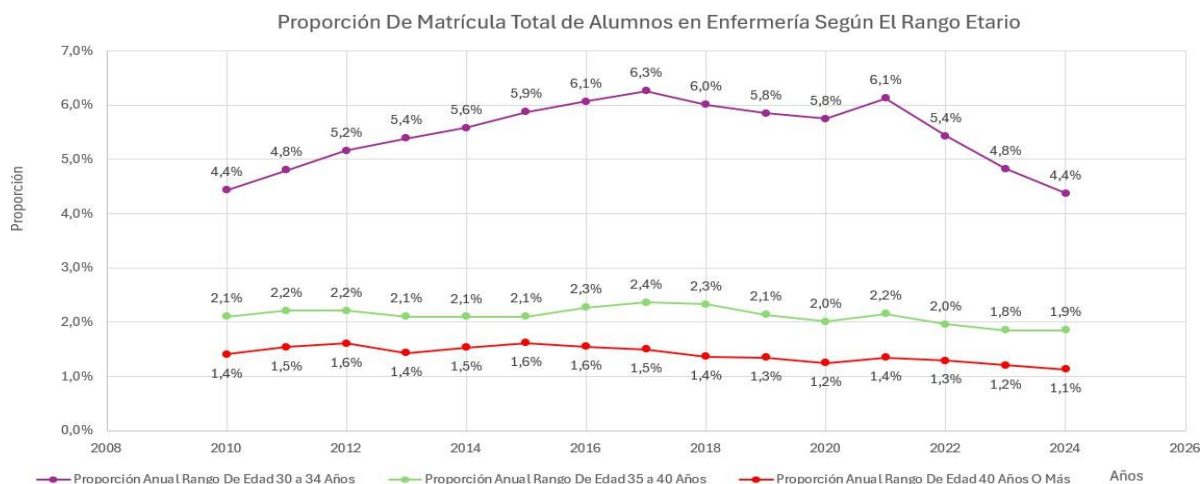
Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 1) en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Gráfico 11

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería por rango etario (grupo 2) en Chile, 2010–2024



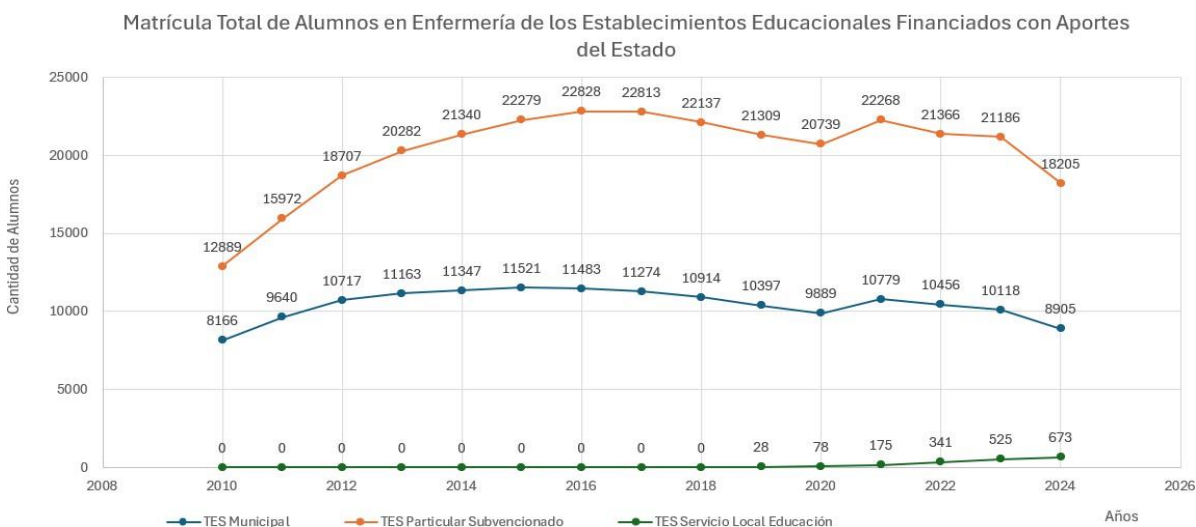
Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Tanto en el gráfico 10 como en el 11 sobre la "Proporción de Matrícula Total de Alumnos en Enfermería Según El Rango Etario" ofrecen una visión complementaria de la composición demográfica de la población estudiantil en Enfermería en Chile entre 2010 y 2024. El gráfico 10 revela que la mayoría abrumadora de los estudiantes se concentra en el rango de 20 a 24 años, cuya proporción se mantuvo consistentemente por encima del 50% y mostró una tendencia a aumentar, alcanzando casi el 60% al final del período. En contraste, la proporción de estudiantes más jóvenes (15 a 19 años) experimentó una disminución notable a lo largo del tiempo, mientras que el rango de 25 a 29 años, tras un crecimiento inicial, también mostró un descenso en su participación reciente. El gráfico 11 detalla las proporciones de los rangos etarios superiores, confirmando que, aunque constituyen una minoría de la matrícula, el grupo de 30 a 34 años experimentó un crecimiento en su proporción hasta 2017 antes de disminuir, sugiriendo un cambio en la dinámica de atracción para adultos jóvenes, mientras que los rangos de 35 a 39 y 40 o más años mantuvieron proporciones estables pero marginales. En conjunto, estos gráficos ilustran que la Enfermería en Chile es una carrera predominantemente elegida por jóvenes adultos, con una posible tendencia a un ligero envejecimiento en la edad de ingreso y una disminución en la participación de estudiantes en sus treintas y cuarentas en años recientes, lo que contrasta con el crecimiento observado en la primera mitad de la década.

A continuación, se presentan los gráficos correspondientes al tipo de institución (colegio o liceo) del que provienen los estudiantes, haciendo dos grandes categorías, en estas se distinguen establecimientos educacionales financiados con aportes del estado y establecimientos educacionales privados, a su vez dentro de estas se presentan subcategorías, las cuales serán detalladas a continuación.

Gráfico 12

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento con financiamiento estatal en Chile, 2010–2024



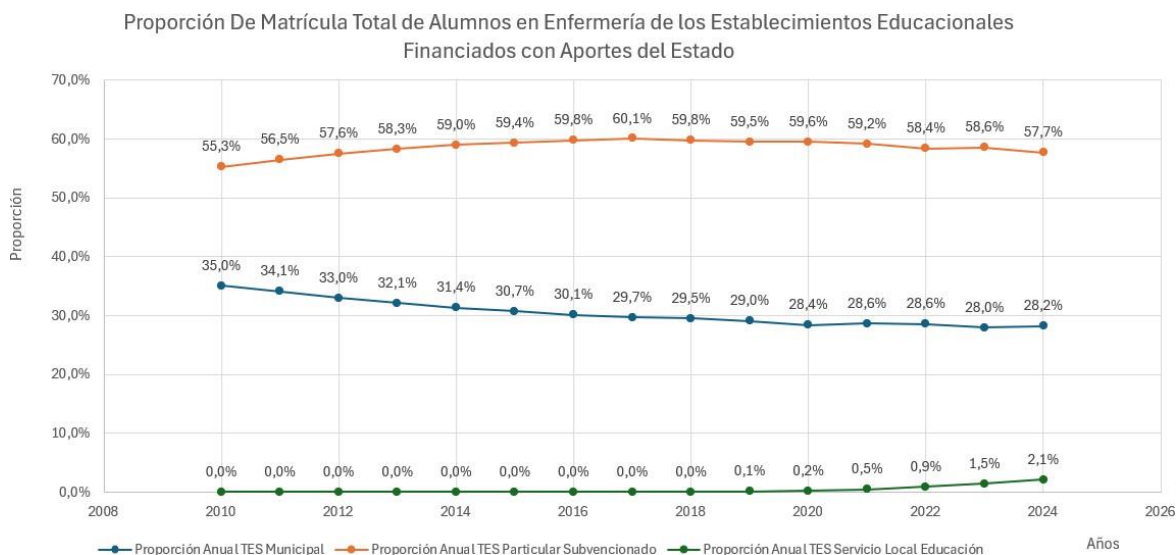
Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 12 presenta la evolución de la matrícula en tres categorías de instituciones que reciben financiamiento público: TES Municipal, TES Particular Subvencionado y TES Servicio Local de Educación, desde 2010 hasta 2024. Esta distinción es crucial para entender cómo el financiamiento estatal influye en la matrícula de Enfermería.

El segmento de TES Particular Subvencionado es por amplio margen, el que concentra la mayor cantidad de estudiantes de Enfermería dentro de los establecimientos financiados con aportes del Estado. Inicia en 12.889 matriculados en 2010 y exhibe un crecimiento hasta un pico de 22.828 alumnos en 2016. Los TES Municipal representan la segunda categoría más grande dentro de los establecimientos financiados por el Estado. Parten con 8.166 matriculados en 2010 y muestran un crecimiento constante hasta 2016, alcanzando un pico de 11.483 alumnos. Finalmente, La categoría de TES Servicio Local de Educación es prácticamente inexistente en la matrícula de Enfermería hasta 2018 con "0" matriculados. Sin embargo, a partir de 2019, comienza a registrar estudiantes y muestra un crecimiento progresivo hasta alcanzar 673 matriculados en 2024.

Gráfico 13

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento con financiamiento estatal en Chile, 2010–2024



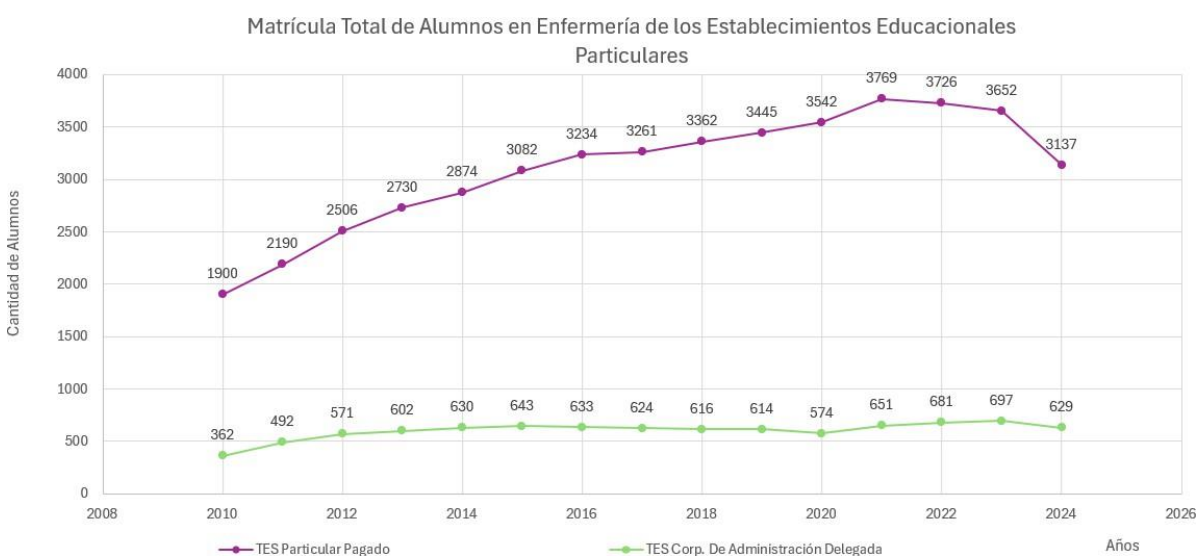
Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 13 ilustra la distribución porcentual de la matrícula total de estudiantes de Enfermería entre los diferentes tipos de establecimientos educacionales que reciben financiamiento estatal en Chile, a lo largo del período 2010-2024. Se observa un dominio constante y mayoritario de la matrícula en los TES Particulares Subvencionados, cuya proporción anual se mantuvo en torno al 55% al 60% durante todo el periodo. Los TES Municipal, en contraste, aunque representaron la segunda mayor proporción, mostraron una tendencia descendente en su participación porcentual, pasando del 35.0% en 2010 al 28.2% en 2024. Finalmente, la categoría de TES Servicio Local de Educación, que era inexistente al inicio del período, emerge y muestra un crecimiento muy reciente y gradual en su proporción, alcanzando un 2.1% en 2024, señalando una nueva vía de oferta educativa con apoyo estatal.

En el siguiente gráfico se muestra el contraste del análisis anterior, es decir, los establecimientos educacionales particulares.

Gráfico 14

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento particular en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

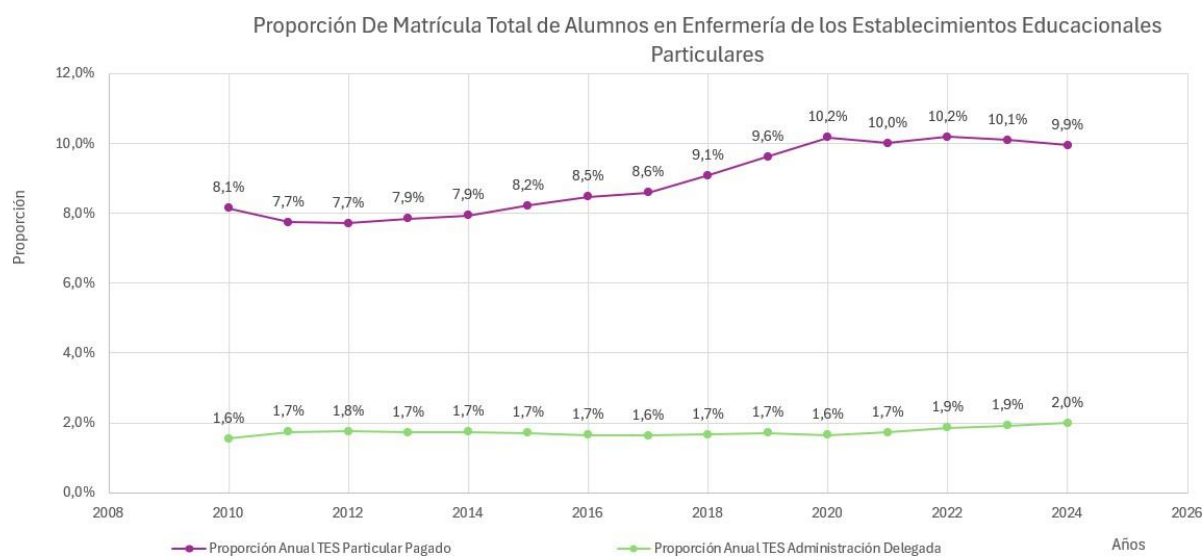
Se observa que la matrícula en TES Particular Pagado es el componente dominante dentro de este segmento, iniciando en 1.900 alumnos en 2010 y mostrando un crecimiento constante hasta alcanzar un pico de 3.769 en 2021. Sin embargo, a partir de ese año, experimenta un descenso hasta 3.137 matriculados en 2024. Los TES Corporación de Administración delegada por su parte, representan una proporción mucho menor y más estable, fluctuando entre 362 y 697 alumnos, sin mostrar un crecimiento significativo o una tendencia clara a lo largo del período.

En contraste con los establecimientos financiados por el Estado (analizados previamente en el gráfico 13), el gráfico 14 revela un volumen de matrícula considerablemente menor en los establecimientos particulares "puros" (es decir, sin aportes estatales significativos o que no caen

en la categoría de "subvencionados"). Esto sugiere que la mayor parte de la matrícula en Enfermería en Chile se concentra en instituciones que, de una forma u otra, reciben financiamiento o se clasifican bajo estructuras de apoyo estatal (como los particulares subvencionados y municipales), mientras que el sector particular pagado sin esa distinción específica, aunque contribuye, lo hace en una escala más reducida.

Gráfico 15

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento particular en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

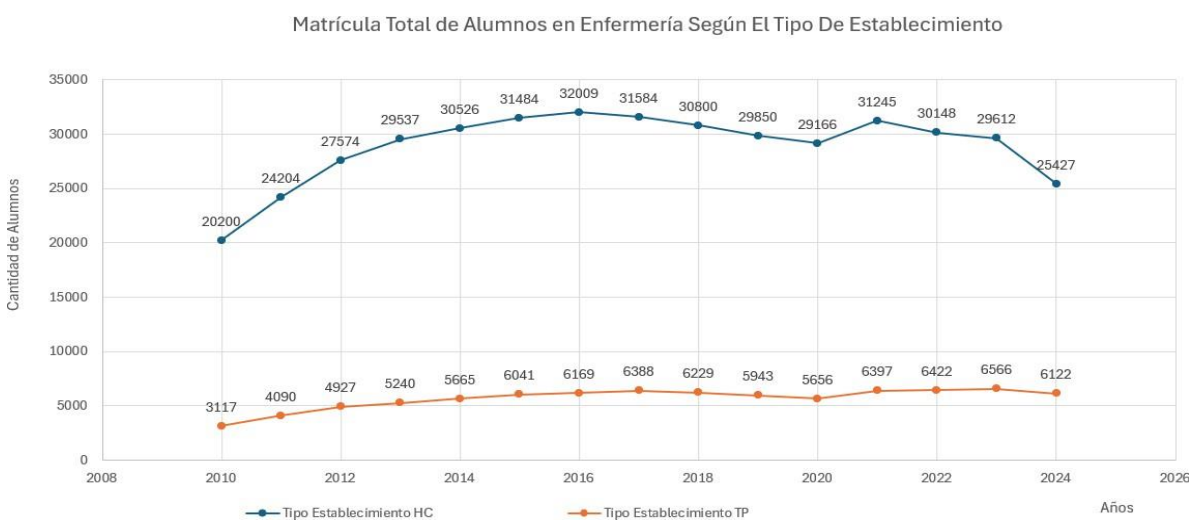
El gráfico 15 ilustra la distribución porcentual de la matrícula total de estudiantes de Enfermería dentro del segmento de establecimientos educativos particulares en Chile. Se observa que la proporción de matrícula en TES Particular Pagado es consistentemente mayor, fluctuando alrededor del 8% al 10% de la matrícula total de Enfermería. Esta categoría mostró una tendencia creciente en su proporción hasta 2020-2022, alcanzando un 10.2%, para luego disminuir ligeramente a 9.9% en 2024. Por otro lado, la proporción de TES Administración

delegada se mantiene en un nivel significativamente menor y más estable, generalmente entre el 1.6% y el 2.0% de la matrícula total.

Además de la clasificación de los establecimientos según su dependencia administrativa y modelo de financiamiento (con o sin apoyo del Estado), es fundamental considerar su orientación académica. En Chile, la educación secundaria se estructura principalmente en dos modalidades: la Técnico Profesional (TP) y la Científico Humanista (HC). Esta distinción es crucial, ya que los estudiantes egresados de cada modalidad pueden tener perfiles y trayectorias formativas diferentes, lo que podría influir en su posterior elección y acceso a carreras universitarias como Enfermería. Comprender la proporción de matriculados que proviene de cada una de estas orientaciones podría ofrecer una perspectiva adicional sobre los flujos de ingreso a la educación superior en el área de la salud. A continuación, se presentan los gráficos que detallan su composición y proporción.

Gráfico 16

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento educacional en Chile, 2010–2024

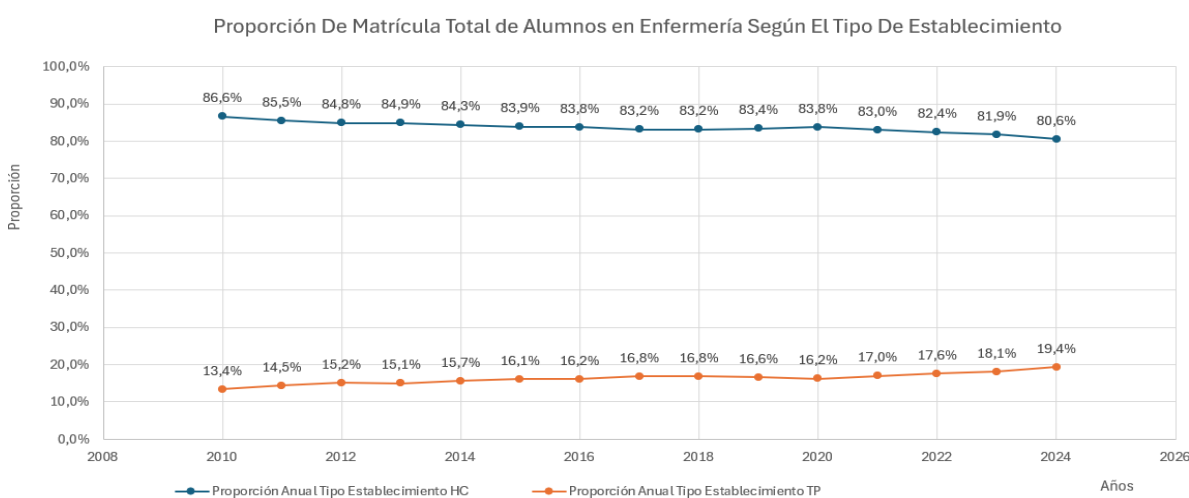


Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 16 ilustra que la gran mayoría de los estudiantes de Enfermería provienen de establecimientos de educación secundaria Científico Humanista (HC), manteniendo el mayor volumen de matriculados a lo largo del período 2010-2024, y siguiendo de cerca la tendencia general de la matrícula. Aunque en menor cantidad, la matrícula de estudiantes provenientes de establecimientos Técnico Profesional (TP) mostró un crecimiento absoluto sostenido durante gran parte del periodo, sugiriendo una diversificación gradual en el origen académico de los estudiantes de Enfermería en Chile.

Gráfico 17

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de establecimiento educacional en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 17 desglosa la proporción de estudiantes matriculados en la carrera de Enfermería en Chile según el tipo de establecimiento de educación secundaria del que provienen: Científico Humanista (HC) o Técnico Profesional (TP). Esto proporciona una perspectiva crucial sobre las trayectorias formativas previas de los estudiantes universitarios de Enfermería entre 2010 y 2024. La Proporción Anual Tipo Establecimiento HC, domina completamente el gráfico.

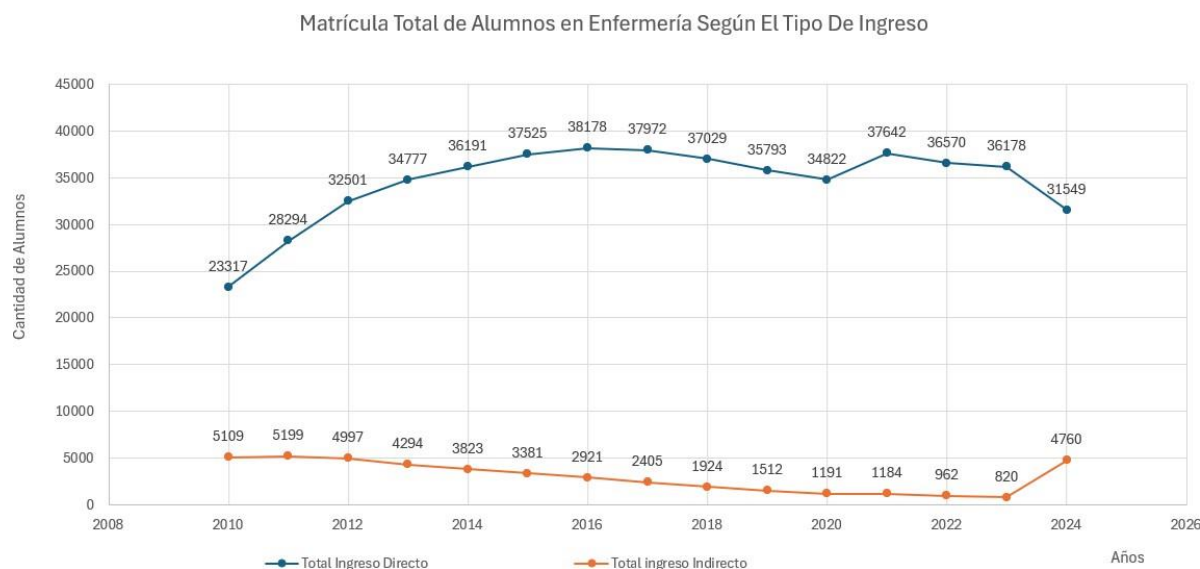
Inicia en un 86.6% en 2010 y, aunque experimenta una tendencia decreciente a lo largo del período, finaliza en un 80.6% en 2024. Esto significa que más del 80% de los estudiantes que ingresan a Enfermería provienen de la educación secundaria científico humanista.

Mientras que la Proporción Anual Tipo Establecimiento TP, muestra una tendencia clara y sostenida de crecimiento a lo largo del período. Partiendo de un 13.4% en 2010, su proporción aumenta consistentemente hasta alcanzar un 19.4% en 2024. A pesar de este crecimiento, la participación de los egresados de establecimientos Técnico Profesionales en la matrícula de Enfermería sigue siendo minoritaria, sin superar el 20% en ningún año.

Adicionalmente a las clasificaciones ya exploradas, la matrícula universitaria puede desagregarse según la modalidad de ingreso de los estudiantes. En este sentido, se distinguen dos categorías principales: el ingreso directo, que corresponde a aquellos estudiantes que acceden a la universidad inmediatamente después de finalizar su educación escolar y el ingreso indirecto, que agrupa a quienes ingresan a la educación superior en años posteriores a su egreso del colegio, ya sea tras un periodo de ocio el famoso “año sabático”, la realización de actividades, o la preparación adicional. La información detallada sobre la proporción de matriculados en Enfermería según cada tipo de ingreso será visualizada y analizada en los siguientes gráficos

Gráfico 18

Matrícula total anual en la carrera de Enfermería según tipo de ingreso a la educación superior en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

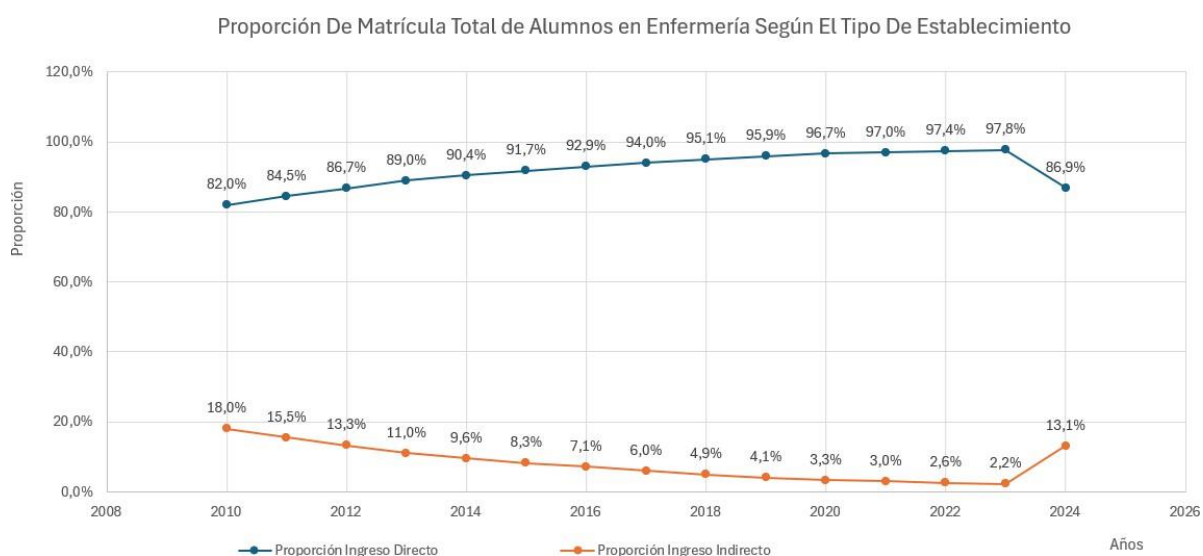
La línea que representa el Total Ingreso Directo es el componente predominante de la matrícula de Enfermería. Inicia en 23.317 matriculados en 2010 y exhibe un fuerte crecimiento hasta alcanzar un pico de 38.178 alumnos en 2016, a partir del mismo año, la matrícula de ingreso directo sigue la tendencia general de la matrícula total de Enfermería: experimenta un descenso sostenido hasta 2020 (34.822), luego un repunte en 2021 (37.642) y 2022 (36.570), para finalmente caer de manera más pronunciada a 31.549 matriculados en 2024. Este comportamiento confirma que las fluctuaciones de la matrícula de Enfermería están mayormente determinadas por el flujo de estudiantes que acceden directamente desde la educación secundaria.

Por otro lado, la línea que corresponde al Total Ingreso Indirecto representa un volumen de matrícula considerablemente menor. Inicia en 5.109 matriculados en 2010, pero, a diferencia del ingreso directo, muestra una tendencia de descenso casi constante hasta 2022, alcanzando un

mínimo de 820 alumnos. Esta caída sugiere que la vía de ingreso indirecto fue perdiendo relevancia a lo largo de la década. Sin embargo, se observa un notable y fuerte repunte en 2023 y 2024, con la matrícula de ingreso indirecto aumentando a 4.760 en 2024. Este resurgimiento es un cambio significativo en la tendencia y merece una investigación más profunda sobre sus causas.

Gráfico 19

Proporción anual de matrícula total en la carrera de Enfermería según tipo de ingreso a la educación superior en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 19 de proporciones de ingreso es un espejo de las tendencias observadas en los volúmenes absolutos, confirmando la fuerte dependencia de la matrícula de Enfermería del ingreso directo y la drástica dinámica de caída y posterior resurgimiento del ingreso indirecto.

7.2 Análisis General de la Matrícula Total de la Carrera Enfermería

El análisis de la matrícula total y de la matrícula de primer año se desarrolla en este estudio de manera paralela, pero con propósitos claramente diferenciados.

Por un lado, la matrícula total permite describir la capacidad instalada y el tamaño global del sistema universitario en la carrera de Enfermería, así como su evolución estructural en el tiempo. Este indicador refleja la acumulación de cohortes y, por tanto, integra tanto el ingreso de nuevos estudiantes como la permanencia, la repetición y la retención de cohortes anteriores. Analizarla es fundamental para comprender el peso relativo de la carrera dentro del sistema de educación superior y para identificar tendencias macro, como la feminización sostenida o los cambios en la composición por tipo de institución.

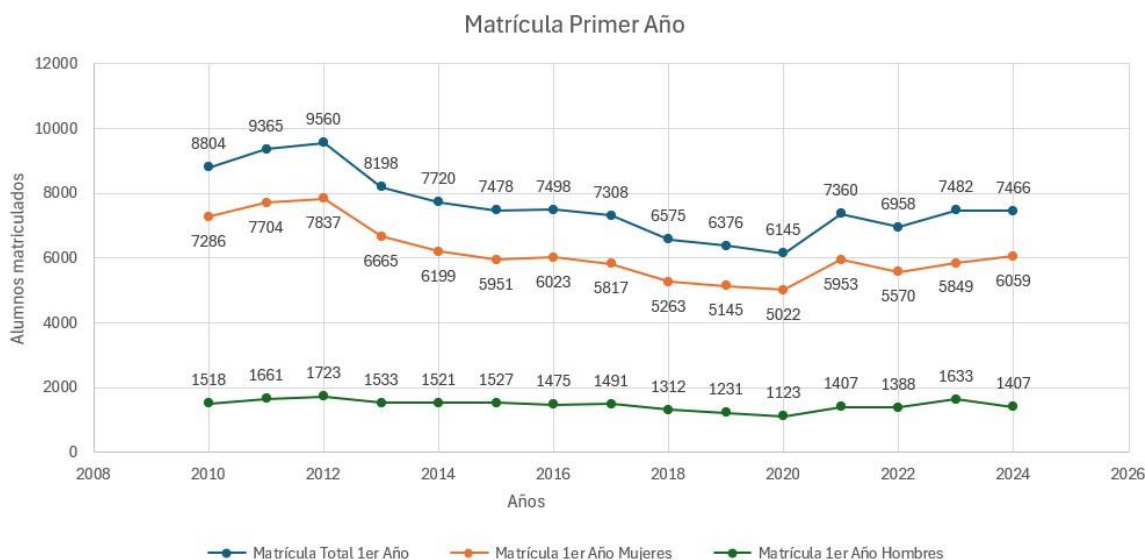
Por otro lado, la matrícula de primer año (que en este estudio es la variable dependiente del modelo de regresión) está orientada a explicar los factores que influyen específicamente en la decisión de ingresar a la carrera en un año determinado. A diferencia de la matrícula total, este indicador no está afectado por la permanencia o la duración de los estudios, sino que se concentra exclusivamente en el flujo de entrada al sistema. Su análisis permite aislar los efectos coyunturales y estructurales (económicos, sociopolíticos, institucionales) que pueden incidir en la captación de nuevos estudiantes.

Por tanto, aunque ambos análisis utilizan indicadores relacionados, el primero tiene un **propósito** descriptivo global, es decir, mostrar la magnitud y composición total de la carrera, mientras que el segundo tiene un propósito explicativo, es decir, identificar determinantes del ingreso. La aparente duplicidad es en realidad una estrategia metodológica: el análisis de matrícula total contextualiza y enmarca la evolución del sistema, mientras que el de matrícula de primer año permite centrar el modelo econométrico en el segmento más sensible a cambios de contextos sociales, económicos y/o políticos.

7.3 Análisis Estadístico General de la Matrícula de Primer Año de la Carrera Enfermería

Gráfico 20

Matrícula anual de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 20 presenta la evolución de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, desagregada por el total de alumnos, mujeres y hombres, cubriendo el período de 2010 a 2024. A diferencia de los anteriores que mostraban la matrícula total (acumulada), este se centra exclusivamente en los nuevos ingresos cada año.

La Matrícula Total 1er Año, muestra un crecimiento inicial importante. Parte de 8.804 alumnos en 2010 y alcanza su pico en 9.560 en 2012. Esto indica que los primeros años de la década vieron un aumento en el número de nuevos estudiantes que ingresaban a Enfermería. Sin embargo, a partir de 2012, esta matrícula experimenta un descenso constante y significativo durante varios años, llegando a un mínimo de 6.145 alumnos en 2020. Esta caída en los nuevos ingresos es un dato crucial, ya que impacta directamente el tamaño de la matrícula total en años subsiguientes. Después de la marcada caída hasta 2020, la matrícula de primer año muestra un

importante repunte en 2021, alcanzando 7.360 alumnos, y se mantiene relativamente estable alrededor de los 7.400 estudiantes en 2022 (6.958) y 2023 (7.482), finalizando en 7.466 en 2024. Este resurgimiento es significativo y podría estar relacionado con los factores ya mencionados, como la revalorización de las carreras de la salud postpandemia.

La Matrícula de primer Año Mujeres sigue de cerca la tendencia de la matrícula total de primer año. Es el componente predominante, iniciando en 7.286 en 2010, alcanzando su pico en 7.837 en 2012, y luego descendiendo a 5.145 en 2020, para finalmente repuntar a 6.059 en 2024.

La Matrícula de primer Año Hombres también sigue la tendencia general, aunque en un volumen mucho menor. Inicia en 1.518 en 2010, alcanza un pico de 1.723 en 2012, y desciende a 1.123 en 2020, para luego recuperarse a 1.407 en 2024.

Ahora bien, al momento de hablar de la variación % de las personas que se matriculan en la carrera, se puede apreciar que en casi la totalidad de los años se comporta de manera similar, es decir, si la variación de las mujeres disminuye, la de los hombres igual, pero en diferente medida a excepción del año 2016 y 2017, en donde se comportan de manera contraria, ya que en el primer año mencionado aumenta la cantidad de mujeres matriculadas y la de los hombres disminuye, mientras que en el año siguiente se produce el movimiento contrario, aumentando la variación de la cantidad de hombres matriculados y disminuyen las mujeres. Como se muestra en el gráfico 21.

Gráfico 21

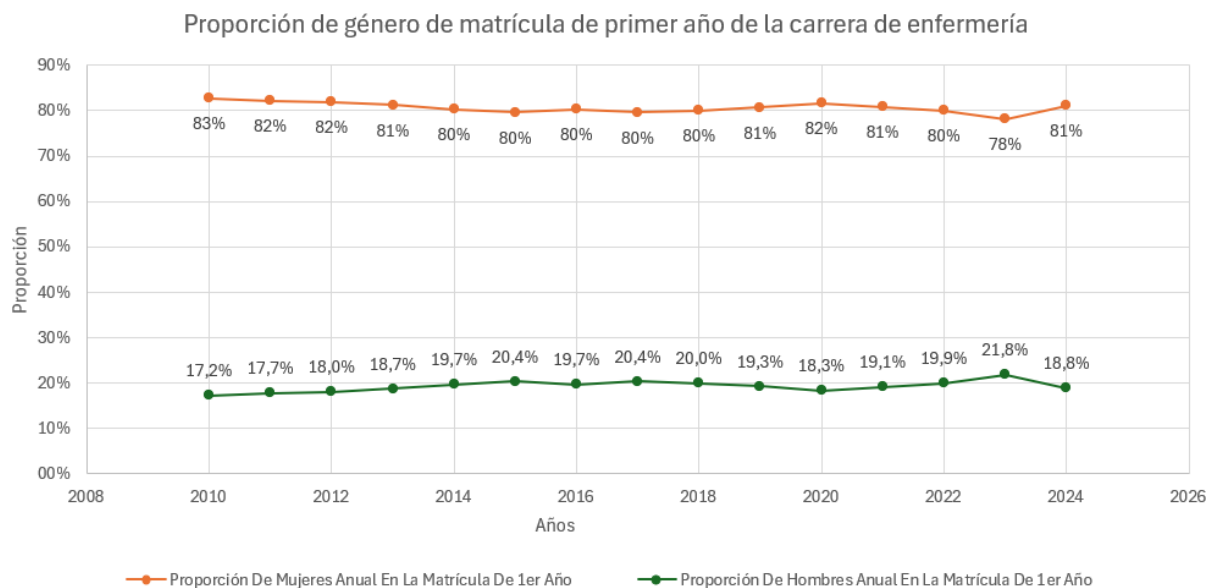
Variación anual de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Gráfico 22

Proporción anual por género de la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, 2010–2024

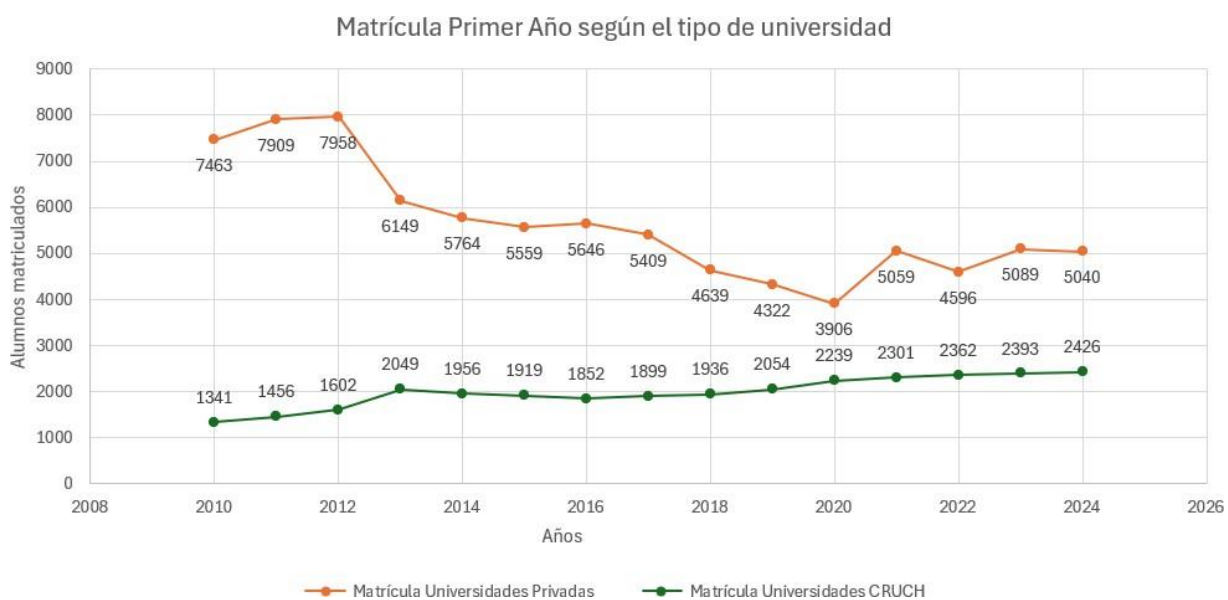


Nota. Fuente de elaboración propia con datos del MINEDUC (SIES, 2024).

Al desagregar por sexo los resultados confirman la feminización histórica de la carrera, aunque con cambios incipientes en equidad de género, se observó que las mujeres representaron consistentemente más del 80 % de la matrícula en todos los años de estudio, mientras que la proporción de hombres también se mantiene constante, fluctuando cerca del 20% durante los mismos 15 años.

Gráfico 23

Matrícula anual de primer año en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 23 desglosa la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile según el tipo de universidad: Universidades Privadas y Universidades CRUCH (Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas), abarcando el período de 2010 a 2024. Al enfocarse en los nuevos ingresos, permite una comprensión más precisa de las tendencias de admisión en cada tipo de institución.

La Matrícula Universidades Privadas, muestra el mayor volumen de nuevos ingresos a lo largo de todo el período. Inicia en 7.463 matriculados en 2010 y alcanza su pico en 7.958 en

2012. Este indica que el sector privado fue el principal motor de la expansión inicial de nuevos cupos en Enfermería, Sin embargo, a partir de 2012, esta matrícula experimenta un descenso constante y pronunciado, llegando a un mínimo de 3.906 alumnos en 2020. Esta caída en los nuevos ingresos a universidades privadas es muy significativa y explica gran parte de la contracción general de la matrícula de primer año observada en el gráfico 23.

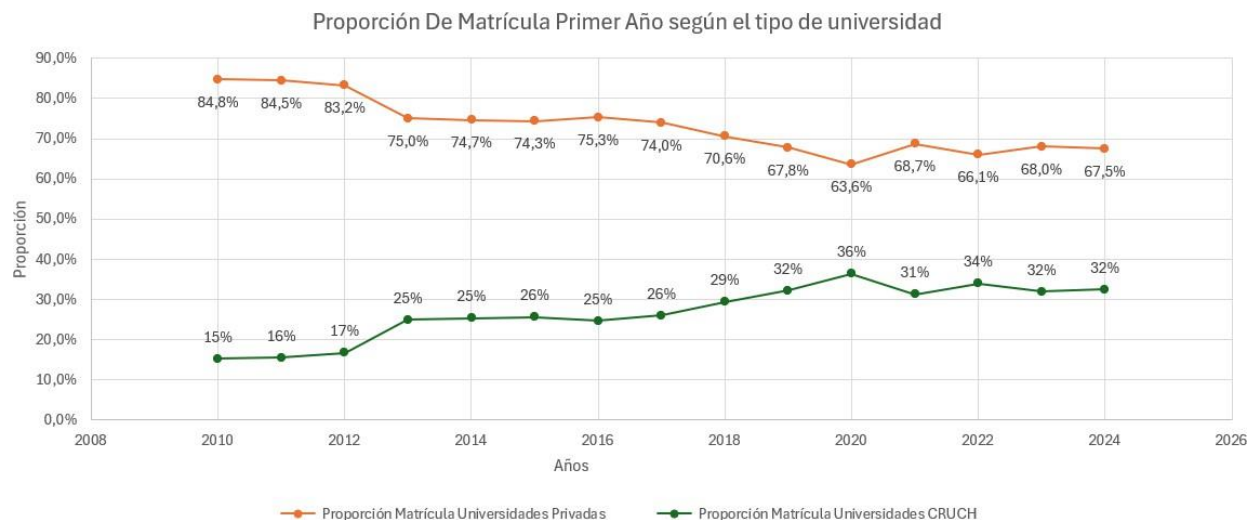
Posteriormente, hay un repunte en 2021 (5.059), pero luego la matrícula se estabiliza alrededor de los 5.000 alumnos en 4.596 en 2022, 5.089 en 2023 y 5.040 en 2024. Esto sugiere que, aunque se recuperó del mínimo pandémico, el sector privado no ha vuelto a sus niveles de ingreso de principios de la década.

La Matrícula Universidades CRUCH, presenta un comportamiento distinto. Inicia en 1.341 matriculados en 2010 y muestra un crecimiento constante a lo largo de casi todo el período, alcanzando un pico de 2.426 alumnos en 2024. A diferencia de las privadas, las universidades CRUCH no experimentan la misma caída pronunciada a partir de 2012. De hecho, durante el período de mayor contracción de las privadas (2012-2020), la matrícula CRUCH se mantiene relativamente estable e incluso muestra un leve crecimiento constante, lo que subraya su mayor resiliencia. Este crecimiento constante es un factor clave en la reconfiguración del mercado.

A continuación, se muestra la proporción que existe entre las universidades privadas y las universidades del CRUCH en cuanto a la composición de la matrícula de alumnos de primer año.

Gráfico 24

Proporción anual de matrícula de primer año en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024

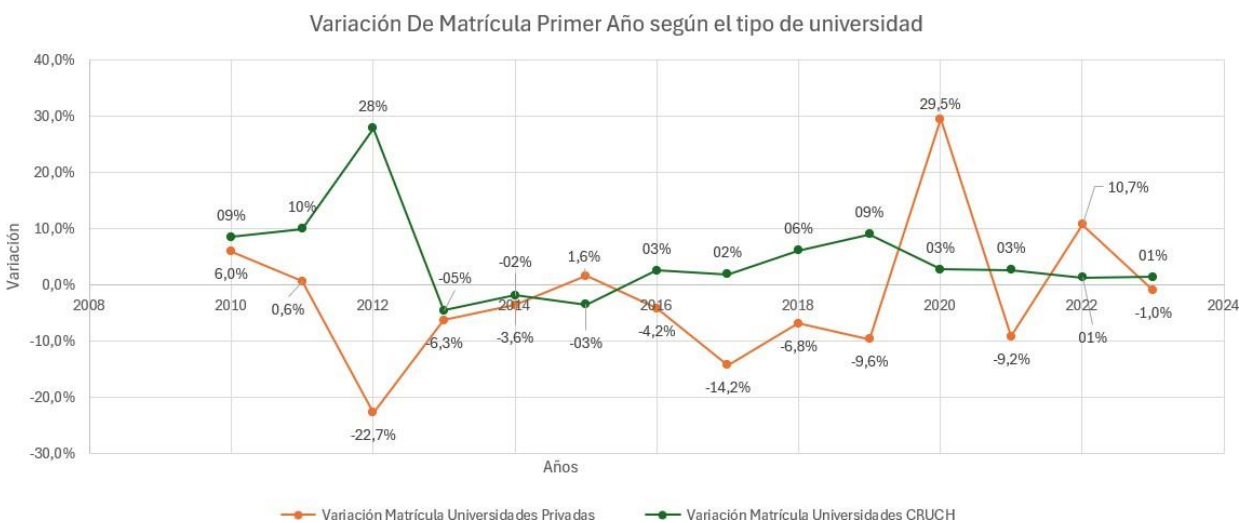


Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 24 revela una significativa reconfiguración en la captación de nuevos estudiantes de Enfermería en Chile entre 2010 y 2024. La proporción de la matrícula de primer año en Universidades Privadas experimentó un declive constante, pasando del 84.8% en 2010 al 67.5% en 2024. En contraste, la proporción de Universidades CRUCH mostró un crecimiento robusto y sostenido, más que duplicando su participación del 15% en 2010 al 32% en 2024. Esto indica un cambio de predominancia en el acceso de primer año, con las CRUCH ganando terreno significativamente frente a las privadas.

Gráfico 25

Variación anual de matrícula de primer año en la carrera de Enfermería según tipo de universidad en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

El gráfico 25 muestra las variaciones porcentuales anuales de la matrícula de primer año en Enfermería, desagregadas por Universidades Privadas y Universidades CRUCH, entre 2010 y 2024. Se observa que las Universidades Privadas han experimentado una alta volatilidad, con fluctuaciones que incluyen un descenso pronunciado del -22.7% en 2012 y un notable repunte del +29.5% en 2020, seguido de nuevas caídas. En contraste, las Universidades CRUCH muestran una tendencia de crecimiento más estable, con variaciones generalmente positivas y menos extremas, destacando un +28% en 2012 y un +9% en 2018, lo que subraya su mayor resiliencia y contribución constante al crecimiento de nuevos ingresos en Enfermería.

Ahora bien, al momento de desglosar en los tipos de tipos de educación superior tenemos 3 categorías, las cuales son, universidades privadas, estatales CRUCH y privadas CRUCH, en donde se puede apreciar el mismo fenómeno, tanto para las mujeres como para los hombres, en el transcurso de los años en estudio, alrededor del 84.7% de las personas matriculadas lo hacían en universidades privadas, tanto de hombres como de mujeres, mientras que alrededor de un

9.4% en estatales CRUCH y solo un 5.9% en privadas CRUCH, sin embargo durante el transcurso de los años ha sufrido variaciones considerables, si bien estos cambios no han sido de forma lineal, sino que ha tenido diversas fluctuaciones, en el último año se llegó a la conclusión que del total de alumnos matriculados tan solo un 67.4% corresponde a universidades privadas, alrededor de un 14.1% en universidades privadas CRUCH y finalmente alrededor de un 18.5% en universidades estatales CRUCH, por lo que se aprecia una clara tendencia por la disminución en la elección de universidades privadas, y una pequeña pero sostenida alza por la elección de universidades pertenecientes al CRUCH a lo largo de los años.

Con el fin de que se observe más detalladamente este análisis, además de dividir en las tres categorías de educación superior, se muestran los gráficos divididos por género.

Tabla 3

Comparación de matrícula entre universidades pertenecientes al CRUCH y universidades no CRUCH

Tipo de Universidad	2010	2024	Tendencia
Privadas no CRUCH	84.7%	67.4%	↓ Migración gradual
Estatales CRUCH	9.4%	18.5%	↑ Atracción creciente
Privadas CRUCH	5.9%	14,1%	↑ Estabilidad

Nota. Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 26

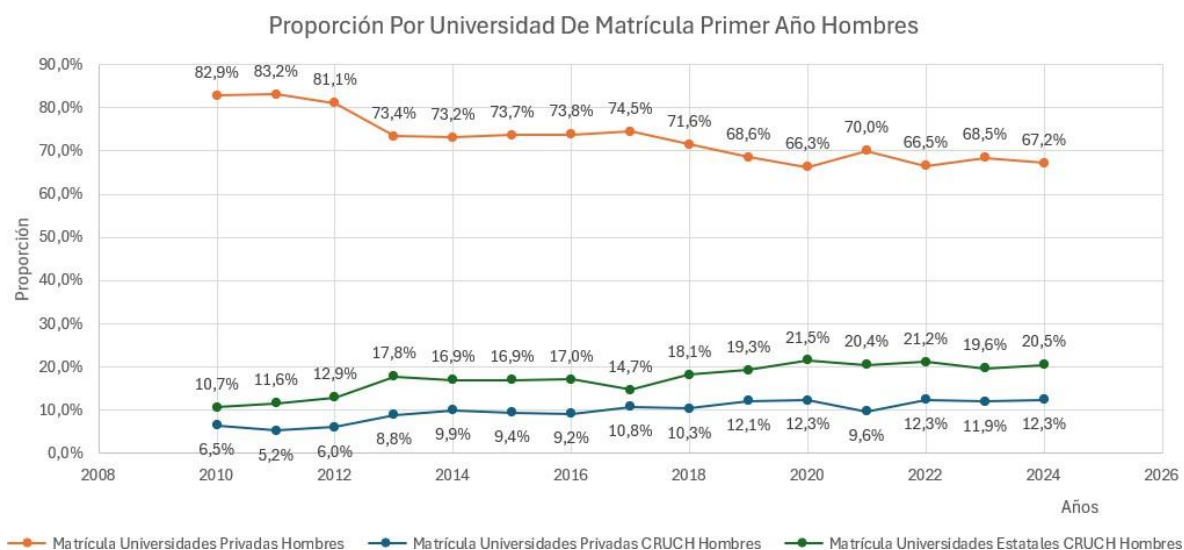
Proporción anual de matrícula femenina de primer año en la carrera de Enfermería por universidad en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

Gráfico 27

Proporción anual de matrícula masculina de primer año en la carrera de Enfermería por universidad en Chile, 2010–2024



Nota. Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Educación (SIES, 2024).

7.4 Análisis General de la Matrícula de Primer Año de la Carrera Enfermería

Para la matrícula de primer año en Enfermería, los gráficos revelan una dinámica clara y diferenciada. Inicialmente, entre 2010 y 2012, hubo un crecimiento en el total de nuevos ingresos, alcanzando un pico de 9.560 alumnos en 2012, con las universidades privadas liderando esta expansión y representando la vasta mayoría de los nuevos cupos. Sin embargo, a partir de 2012, se observa un descenso significativo y sostenido en la matrícula total de primer año, llegando a un mínimo en 2020 con 6.145 matriculados. Esta caída fue impulsada principalmente por las universidades privadas, cuya matrícula de primer año se redujo drásticamente en este período.

A pesar de esta contracción general, las universidades CRUCH mostraron una tendencia de crecimiento constante y mayor resiliencia en sus nuevos ingresos a lo largo de la década. De hecho, mientras la matrícula de primer año en universidades privadas caía, las CRUCH mantuvieron o incluso aumentaron sus admisiones, lo que llevó a una reconfiguración importante en la proporción de nuevos ingresos, la participación de las universidades privadas disminuyó del 84.8% en 2010 al 67.5% en 2024, mientras que la de las CRUCH se duplicó, pasando del 15% al 32% en el mismo periodo.

Finalmente, el período postpandemia (2021-2024) muestra un repunte en la matrícula total de primer año, estabilizándose en torno a los 7.400 alumnos. Este rebote, aunque no recupera los niveles máximos de 2012, indica un renovado interés por la carrera. Tanto la matrícula de mujeres como la de hombres en primer año siguieron el patrón general de crecimiento inicial, posterior caída y repunte reciente, manteniendo la proporción femenina predominante en los nuevos ingresos.

Capítulo 8. Análisis de Variables para los Modelos de Regresión

8.1 Variables Dependientes

En el contexto de este estudio, la variable dependiente principal corresponde a la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería, ya que permite analizar directamente el comportamiento de ingreso al sistema universitario en esta disciplina. No obstante, se identificaron otras variantes de esta misma categoría que también pueden ser consideradas como variables dependientes alternativas, dependiendo del enfoque de los modelos econométricos. Estas variables permiten desagregar el fenómeno por género o tipo de institución, y amplían la capacidad explicativa del análisis. Estas variables son:

- **Matrícula primer año hombres:** Cantidad de hombres matriculados en primer año de Enfermería. Esta variable permite estudiar el comportamiento por género y analizar posibles cambios en la masculinización de la carrera.
- **Matrícula primer año mujeres:** Cantidad de mujeres matriculadas en primer año de Enfermería. Considerando la feminización histórica de la carrera, esta variable resulta relevante para observar posibles transformaciones en la participación femenina.
- **Matrícula total alumnos de primer año:** Total general de estudiantes matriculados en primer año, es decir, que se matriculan por primera vez en la carrera de Enfermería.
- **Matrícula universidades del CRUCH:** Cantidad total de estudiantes matriculados en primer año en universidades pertenecientes al Consejo de Rectores (CRUCH). Esta variable refleja el comportamiento del subsistema tradicional de educación superior.

- **Matricula universidades privadas:** Cantidad de estudiantes matriculados en primer año en universidades privadas no pertenecientes al CRUCH. Esta variable permite observar la dinámica del sector privado dentro del sistema universitario.

8.2 Variables Independientes

- **Arancel promedio:** Costo promedio anual de estudiar una carrera universitaria en Chile, expresado en pesos.
- **Inscritos PSU/PDT/PAES:** Cantidad total de personas inscritas para rendir la Prueba de Selección Universitaria o su equivalente respectivamente en cada año.
- **Inscritos PSU/PDT/PAES hombres:** Cantidad de hombres inscritos para rendir la Prueba de Selección Universitaria o su equivalente respectivamente en cada año.
- **Inscritas PSU/PDT/PAES mujeres:** Cantidad de mujeres inscritas para rendir la Prueba de Selección Universitaria o su equivalente respectivamente en cada año.
- **PIB per cápita:** PIB dividido por la población total, usado como proxy del nivel de bienestar económico promedio, en términos de variación porcentual, es decir, cuanto ha ido subiendo o bajando respectivamente en cada año.
- **PIB total:** Producto Interno Bruto de Chile en términos de variación porcentual, es decir, cuanto ha ido subiendo o bajando respectivamente en cada año.
- **Población estimada proyectada:** Estimación oficial de la población chilena para cada año, según proyecciones del INE.
- **Salario mínimo:** Monto legal mínimo de remuneración mensual vigente cada año en Chile.

- **Sueldo promedio al cuarto año de egreso de la carrera de Enfermería:** Ingreso mensual promedio de los alumnos de Enfermería al cuarto año de egreso, es decir, ya como profesionales en Chile, expresado en pesos.
- **Tasa desempleo:** Porcentaje de la población económicamente activa que se encuentra sin empleo durante cada año.
- **Totalidad de alumnos titulados:** Cantidad total de estudiantes que egresaron y se titularon en el sistema universitario cada año.

8.3 Variables Dummies

Las variables dummy son variables de tipo binario, es decir, que asumen solo dos posibles valores, estos son 0 o 1. Se utilizan en modelos estadísticos y econométricos para representar la presencia o ausencia de una determinada condición o evento cualitativo. El valor 1 indica que un fenómeno específico ocurrió en un determinado año, mientras que el valor 0 representa su ausencia. En este estudio se consideran las siguientes variables dummy:

- **Estallido social**
- **Gratuidad**
- **Movimiento feminista**
- **Pandemia**

8.4 Análisis de las Variables Dependientes

8.4.1 Análisis Descriptivo de la Matrícula Total de Primer Año

Previo al modelo de regresión, se analizaron las estadísticas descriptivas de la primera variable dependiente (matrícula total de primer año), incluyendo sus principales medidas de tendencia central, las cuales se resumen en la tabla a continuación.

Tabla 4

Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente: matrícula total de primer año

Indicador	Valor	Interpretación
Promedio (media)	7619.53	Es el valor promedio de la variable durante los años observados.
Mediana	7478	La mitad de los valores están por debajo de este valor.
Varianza	1003624,55	Mide la dispersión total con respecto a la media. Un valor alto indica variabilidad.
Desviación estándar	1001,81	En promedio, los valores se desvían $\pm 1.001,8$ del promedio.
Coefficiente de variación (CV)	0,1314	Es una medida relativa de dispersión: al ser menor a 15%, indica baja variabilidad relativa.

Nota. Fuente: Elaboración propia. N=15 observaciones.

En general, la Tabla N°4 muestra que la media y mediana son similares (7.619 vs. 7.478), lo que indica que la variable tiene una distribución aproximadamente simétrica y no presenta sesgo grave. El coeficiente de variación de 13,15% está por debajo del 15%, lo cual sugiere que

la variable es relativamente estable a lo largo del tiempo, al menos en relación con su magnitud promedio. Finalmente, el valor absoluto de la desviación estándar (≈ 1.002) es útil para entender cuánto fluctúa esta variable respecto al promedio (≈ 7.620). En donde no se aprecian valores extremadamente alejados.

8.4.2 Análisis Descriptivo de la Matrícula de Mujeres de Primer Año

Posteriormente se analizaron las estadísticas descriptivas de la segunda variable dependiente (matrícula de mujeres de primer año), incluyendo sus principales medidas de tendencia central, las cuales se resumen en la tabla a continuación.

Tabla 5

Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente: matrícula de mujeres de primer año

Indicador	Valor	Interpretación
Promedio (media)	6156.2	Es el valor promedio de la variable durante los años observados.
Mediana	5953	La mitad de los valores están por debajo de este valor.
Varianza	752022.743	Mide la dispersión total con respecto a la media. Un valor alto indica variabilidad.
Desviación estándar	867.192449	En promedio, los valores se desvían ± 867.19 del promedio.

Coeficiente de variación (CV)	0.140864	Es una medida relativa de dispersión: al ser menor a 15%, indica baja variabilidad relativa.
-------------------------------	----------	--

Nota. Fuente: Elaboración propia. N=15 observaciones.

La Tabla N° presenta el análisis descriptivo de la variable dependiente matrícula de mujeres de primer año. Se observa un valor promedio de 6.156,2 estudiantes, con una mediana de 5.953, lo que sugiere una distribución relativamente simétrica. La varianza y desviación estándar indican una dispersión moderada, con un promedio de desviación de ± 867 estudiantes respecto a la media. Destaca el coeficiente de variación (CV) de 14,08 %, lo cual evidencia una baja variabilidad relativa de la matrícula femenina durante el período analizado.

8.4.3 Análisis Descriptivo de la Matrícula de Universidades CRUCH Primer Año

Finalmente se analizaron las estadísticas descriptivas de la tercera variable dependiente (matrícula de universidades CRUCH de primer año), incluyendo sus principales medidas de tendencia central, las cuales se resumen en la tabla a continuación.

Tabla 6

Análisis estadístico descriptivo de la variable dependiente: matrícula en universidades CRUCH de primer año

Indicador	Valor	Interpretación
Promedio (media)	1985.67	Es el valor promedio de la variable durante los años observados.
Mediana	1956	La mitad de los valores están por debajo de este valor.

Varianza	110731.8095	Mide la dispersión total con respecto a la media. Un valor alto indica variabilidad.
Desviación estándar	332.7638946	En promedio, los valores se desvían ± 332.76 del promedio.
Coefficiente de variación (CV)	0.167582958	Es una medida relativa de dispersión: al ser menor a 15%, indica baja variabilidad relativa.

Nota. Fuente: Elaboración propia. N=15 observaciones.

La Tabla N°6 muestra el análisis descriptivo de la variable dependiente matrícula de primer año en universidades CRUCH. El promedio fue de 1.985,67 estudiantes, con una mediana levemente inferior (1.956), lo que sugiere una distribución relativamente equilibrada. La desviación estándar de 332,76 indica una dispersión moderada en torno al promedio. Aunque la varianza es elevada, el coeficiente de variación (CV) de 16,76 % se sitúa apenas por sobre el umbral de baja variabilidad, lo que permite concluir que la matrícula en universidades CRUCH ha sido moderadamente estable en el período observado.

Capítulo 9. Desarrollo Progresivo de los Modelos de Regresión

9.1 ¿Qué es un Modelo de Regresión Lineal Múltiple?

Para el análisis de este estudio se optó por utilizar modelos de regresión lineal múltiple, los cuales permiten estimar el efecto conjunto de múltiples variables independientes (o explicativas) sobre una sola variable dependiente (o respuesta). Esta técnica estadística es particularmente útil cuando se busca comprender cómo diversos factores, tanto económicos como sociales, influyen simultáneamente sobre un fenómeno de interés, en este caso, la matrícula de primer año en carreras universitarias.

La forma general de la regresión múltiple es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_n X_n + \epsilon$$

Donde:

Y : Representa la variable dependiente (por ejemplo, matrícula total).

X_1, X_2, X_n : Son las variables independientes seleccionadas.

β_0 : Es la constante del modelo (intercepto).

$\beta_1, \beta_2, \beta_n$: Son los coeficientes de regresión

que indican el impacto de cada variable explicativa sobre Y .

ϵ : Es el término de error aleatorio.

El uso de este tipo de modelos permite no solo estimar la dirección del efecto de cada variable (positivo o negativo), sino también su magnitud y significancia estadística. En este trabajo se desarrollan diversos modelos que combinan variables contextuales y dummies para estudiar el comportamiento de la matrícula en la carrera de Enfermería y el sistema universitario en general.

9.2 Fundamentos de Modelos Econométricos

El presente estudio incorpora un enfoque econométrico como herramienta clave para explicar las variaciones observadas en la matrícula de primer año de la carrera de Enfermería en Chile, entre los años 2010 y 2024. En particular, se optó por la construcción progresiva de modelos de regresión lineal, permitiendo evaluar de forma rigurosa el efecto individual y conjunto de diversas variables explicativas sobre el fenómeno en análisis.

Desde una perspectiva metodológica, la elaboración de distintos modelos de regresión no solo responde a una buena práctica analítica, sino que también fortalece la validez del modelo final. Probar diferentes combinaciones de variables y estructuras permite identificar la forma funcional más apropiada, contrastar los supuestos clásicos de la regresión y evaluar la estabilidad y robustez de los coeficientes estimados.

En este contexto, se formularon y analizaron distintos modelos econométricos, para explorar el impacto aislado y combinado de variables como el Producto Interno Bruto per cápita, la tasa de desempleo, sueldo promedio de los enfermeros al cuarto año de egreso, entre otras. Posteriormente, se construyeron modelos que incorporaron variables dummies asociadas a eventos sociales relevantes, como la pandemia por COVID-19, el estallido social de 2019 y la masificación del movimiento feminista. Finalmente, se desarrolló un modelo final que consolidó aquellas variables que resultaron estadísticamente significativas y teóricamente coherentes, sometiéndolo además a un análisis exhaustivo de supuestos y validación.

Sin embargo, como se mencionó anteriormente en la construcción de los modelos econométricos, se consideraron inicialmente diversas variables de tipo poblacional, tales como el número total de inscritos en las pruebas de acceso a la educación superior (PSU/PDT/PAES), la cantidad de titulados universitarios por año, la población estimada proyectada y otras de

naturaleza estructural. No obstante, tras realizar análisis exploratorios y pruebas de correlación, se identificó que varias de estas variables presentaban una correlación significativamente alta con la variable dependiente principal, es decir, la matrícula total de primer año.

Esta alta correlación, si bien esperable desde una perspectiva lógica (pues todas estas variables reflejan dimensiones del tamaño del sistema educativo, por ejemplo, los alumnos que se matricularon en el 2010 teóricamente se deben titular en el 2015), genera un riesgo de multicolinealidad en los modelos de regresión lineal múltiple. La multicolinealidad puede distorsionar los coeficientes estimados, inflar los errores estándar y dificultar la interpretación de los efectos individuales de cada variable.

Por lo tanto, con el fin de garantizar la robustez estadística de los modelos y evitar redundancias en la explicación del fenómeno, se optó por excluir del análisis final aquellas variables cuya variabilidad estaba altamente asociada con la variable dependiente. Esto permite que los modelos econométricos se concentren en capturar el efecto de factores externos o contextuales (económicos, sociales, institucionales) sobre las matrículas, sin incurrir en problemas de sobreajuste ni de autocorrelación estructural.

Esta decisión fue tomada con base en criterios metodológicos sólidos y tras constatar que la exclusión de dichas variables no reducía sustancialmente la capacidad explicativa del modelo, dado que su influencia ya se encuentra incorporada indirectamente en la evolución de la variable dependiente misma.

9.3 Test Estadísticos Aplicados a los Modelos

Para validar la pertinencia, robustez y consistencia del modelo de regresión lineal múltiple aplicado en este estudio, se aplicaron distintos tests estadísticos. Estos permiten evaluar

desde la significancia del modelo hasta la validez de los supuestos clásicos que sustentan la regresión. A continuación, se detallan los principales:

9.3.1 Significancia del Modelo y de los Coeficientes

Test F (significancia global): Evalúa si el conjunto de variables independientes tiene un efecto significativo sobre la variable dependiente. Un p-valor < 0.05 permite rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes son iguales a cero, confirmando así la validez global del modelo.

Test T (significancia individual): Analiza si cada variable independiente contribuye significativamente al modelo. Un p-valor < 0.05 indica que la variable tiene un efecto estadísticamente significativo sobre la variable dependiente, considerando el resto de las variables como control.

9.3.2 Bondad de Ajuste

R^2 (coeficiente de determinación): Representa la proporción de la variabilidad total de la variable dependiente que es explicada por el modelo. Valores cercanos a 1 indican un buen ajuste.

R^2 ajustado: Corrige el R^2 penalizando la inclusión de variables que no aportan significativamente. Es útil para comparar modelos con distinto número de variables, siendo más confiable que el R^2 simple. Valores cercanos a 1 indican un buen ajuste.

9.3.3 Autocorrelación de Residuos

Durbin-Watson: Detecta autocorrelación de primer orden entre los residuos del modelo. El valor ideal del estadístico se aproxima a 2. Valores alejados pueden indicar dependencia entre los errores, lo cual infringe los supuestos del modelo clásico.

Breusch-Godfrey: Evalúa autocorrelación de orden superior. Es más flexible que Durbin-Watson. Un p-valor > 0.05 sugiere que no hay evidencia de autocorrelación.

Ljung-Box: Verifica si los residuos se comportan como “ruido blanco”, es decir, aleatorios y sin patrones. Un p-valor alto indica ausencia de autocorrelación significativa en los residuos.

9.3.4 Heterocedasticidad y Multicolinealidad

Breusch-Pagan (prueba de heterocedasticidad): Evalúa si la varianza de los errores es constante (homocedasticidad). Un p-valor > 0.05 sugiere que los errores tienen varianza constante, cumpliendo con uno de los supuestos básicos de la regresión lineal.

Factor de Inflación de la Varianza (VIF): Mide el grado de multicolinealidad entre variables independientes. Un VIF < 5 se considera aceptable. Valores entre 5 y 10 sugieren posible colinealidad moderada, mientras que valores superiores a 10 indican un problema serio de multicolinealidad, lo cual puede distorsionar los coeficientes estimados y su significancia.

9.4 Modelo de Regresión 1

Para la elaboración del primer modelo se buscan factores con contengan la empleabilidad y el contexto laboral que expliquen la matrícula total. Se postula que en contextos de crecimiento económico (mayor PIB) y baja desocupación, hay mayor disposición a invertir en educación. Además, la expectativa de ingresos futuros (reflejada por el sueldo promedio de egresados) puede influir indirectamente en la decisión de ingresar, especialmente en carreras del área salud.

Variable dependiente: Matrícula total primer año

Variables independientes:

PIB Total (variación %)

Tasa de desempleo

Sueldo promedio al cuarto año de egreso de Enfermería

$$\text{Matrícula}_{\text{primer año}} = \beta_0 + \beta_1 \text{PIB}_{\text{Total}} + \beta_2 \text{Tasa}_{\text{Desempleo}} + \beta_3 \text{Sueldo}_{\text{promedio}_{\text{Enfermería}}} + \epsilon$$

Figura 1

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 1

```
Call:
lm(formula = Matrícula_primer_ano ~ PIB_total + Tasa_desempleo +
    Sueldo_promedio, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1284.79  -430.89    56.05   482.47  1357.43

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.424e+04  2.570e+03   5.543 0.000175 ***
PIB_total    5.641e+01  6.790e+01   0.831 0.423789
Tasa_desempleo -2.003e+02  2.094e+02  -0.957 0.359187
Sueldo_promedio -3.874e-03  1.922e-03  -2.015 0.068976 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 890.2 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3796,    Adjusted R-squared:  0.2104
F-statistic: 2.244 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.1403
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo presenta un R^2 múltiple de 0.3796, lo que indica que aproximadamente el 38 % de la variabilidad en la matrícula de primer año puede explicarse por las variables incluidas. No obstante, el R^2 ajustado, que corrige por el número de predictores, es de 0.2104, sugiriendo un poder explicativo moderado del modelo al considerar la penalización por la inclusión de múltiples variables

El estadístico F global tiene un valor de 2.244 con un p-valor de 0.1403, lo que implica que el modelo en su conjunto no resulta estadísticamente significativo al 5 % de confianza, es decir, no se puede afirmar con evidencia suficiente que las variables independientes, en conjunto, expliquen significativamente la matrícula.

En síntesis, si bien el modelo presenta un ajuste moderado, las variables incluidas no resultan estadísticamente significativas en conjunto, lo cual limita su capacidad explicativa robusta.

9.5 Modelo de Regresión 2

El segundo modelo busca evaluar cómo factores sociales y coyunturales, junto con indicadores macroeconómicos, influyen en la matrícula total de primer año en la educación superior chilena. Se incluyen como variables independientes el movimiento feminista, la pandemia del COVID-19 y el PIB total. La incorporación del movimiento feminista como variable dummy permite observar si hay un aumento en el empoderamiento femenino a partir de 2018, con el fin de ver si tuvo algún efecto en la participación universitaria, especialmente considerando que dicho fenómeno pudo haber incentivado la postulación de más mujeres a carreras, como parte de un cambio cultural. La variable COVID-19, también representada mediante una dummy, refleja el impacto disruptivo de la pandemia sobre el sistema educativo, tanto en términos de acceso como de condiciones materiales, emocionales y tecnológicas que afectaron la decisión de muchos estudiantes de continuar o ingresar a la universidad. Finalmente, el PIB total, expresado como variación porcentual, permite capturar el contexto económico general de cada año, suponiendo que en periodos de crecimiento se facilita el acceso a la educación, mientras que en escenarios de recesión o estancamiento la matrícula tiende a verse afectada negativamente.

Variable dependiente: Matrícula total primer año

Variables independientes:

PIB Total (variación %)

Movimiento feminista (Dummy)

Pandemia del COVID-19 (Dummy)

$$Matrícula_{primer\ año} = \beta_0 + \beta_1 PIB_{Total} + \beta_2 Movimiento_{Feminista} + \beta_3 Pandemia_{Covid-19} + \epsilon$$

Figura 2

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 2

```
Call:
lm(formula = Matrícula_primer_año ~ PIB_total + Movimiento_feminista +
    Pandemia, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1472.71  -577.95   -39.63   341.84  1497.70

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         7982.07     333.62  23.926 7.76e-11 ***
PIB_total             36.47       68.32   0.534   0.604
Movimiento_feminista -1686.30     959.26  -1.758   0.107
Pandemia              615.76    1011.12   0.609   0.555
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 910 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3517,    Adjusted R-squared:  0.1749
F-statistic: 1.989 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.1741
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo arrojó un R^2 múltiple de 0.3517, lo que indica que aproximadamente el 35 % de la variabilidad en la matrícula puede ser explicada por el conjunto de variables incluidas. Sin embargo, el R^2 ajustado fue de 0.1749, lo que muestra que, al corregir por el número de predictores, el modelo explica solo un 17.5 % de la variación, lo que sugiere una capacidad explicativa moderadamente baja.

El estadístico F global fue de 1.989 con un p-valor de 0.1741, lo que implica que, en conjunto, las variables independientes no explican significativamente la matrícula al nivel de confianza convencional del 5 %. Por tanto, no se puede rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes poblacionales son iguales a cero.

En resumen, el modelo no presenta evidencia estadísticamente concluyente de que el PIB total, el movimiento feminista o la pandemia hayan tenido un efecto significativo sobre la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería durante el período analizado, además las variables incluidas no resultan estadísticamente significativas.

9.6 Modelo de Regresión 3

El tercer modelo busca analizar cómo el costo de estudiar, las políticas de financiamiento y los eventos sociales impactan la matrícula total de primer año. El arancel promedio representa una barrera económica directa de acceso, mientras que la gratuidad (dummy) actúa como mecanismo de compensación, especialmente para estudiantes de menores ingresos. Por su parte, el estallido social (dummy) se incluye por su efecto disruptivo en la percepción del sistema educativo y en la estabilidad institucional del país, lo que pudo influir en las decisiones de postulación o continuidad académica durante 2020. En conjunto, estas variables permiten observar cómo factores económicos y sociales incidieron en el ingreso a la educación superior.

Variable dependiente: Matrícula total primer año

Variables independientes:

Arancel promedio

Gratuidad (Dummy)

Estallido social (Dummy)

$$Matrícula_{primer\ año} = \beta_0 + \beta_1 Arancel_{Promedio} + \beta_2 Gratuidad + \beta_3 Estallido_{Social} + \epsilon$$

Figura 3

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 3

```
Call:
lm(formula = Matricula_primer_ano ~ Arancel_promedio + Gratuidad +
    Estallido_social, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-778.04 -556.07  -86.63   629.27  959.11

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    1.571e+04  5.404e+03   2.907  0.0143 *
Arancel_promedio -1.659e-03  1.246e-03  -1.331  0.2100
Gratuidad      -6.067e+02  7.197e+02  -0.843  0.4172
Estallido_social -1.050e+02  5.665e+02  -0.185  0.8564
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 670.7 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6479,    Adjusted R-squared:  0.5518
F-statistic: 6.746 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.007594
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo mostró un R^2 múltiple de 0.6479, indicando que aproximadamente el 64.8 % de la variabilidad de la matrícula puede ser explicada por el conjunto de variables incluidas. Al corregir por el número de predictores, el R^2 ajustado se ubicó en 0.5518, lo que sigue reflejando una capacidad explicativa sólida. Además, el estadístico F arrojó un valor de 6.746 con un p-valor de 0.007594, lo que permite concluir que el modelo es estadísticamente significativo en su conjunto.

En síntesis, el modelo presenta una buena capacidad explicativa global, siendo significativo en su conjunto, aunque ninguna de las variables individuales resulta significativa por separado. Esto sugiere que, si bien los factores considerados aportan conjuntamente a explicar las variaciones en la matrícula, sus efectos individuales podrían estar siendo opacados por la multicolinealidad o el tamaño reducido de la muestra.

9.7 Modelo de Regresión 4

El cuarto modelo propuesto busca analizar cómo el contexto económico nacional incide en la matrícula total de primer año en la educación superior, considerando tres variables clave: la tasa de desempleo, el PIB per cápita y el arancel promedio. Se parte del supuesto de que las decisiones de ingreso a la universidad no dependen únicamente de factores vocacionales, sino que están profundamente condicionadas por las condiciones económicas de los hogares. En este sentido, el PIB per cápita, expresado como variación porcentual anual, se utiliza como proxy del bienestar económico promedio de la población: a mayor crecimiento, se esperaría una mayor capacidad de las familias para financiar estudios. La tasa de desempleo, por su parte, refleja la incertidumbre del mercado laboral y puede generar efectos mixtos: en contextos de alto desempleo, algunas personas pueden optar por estudiar al no encontrar trabajo (efecto refugio), mientras que otras pueden verse forzadas a postergar sus estudios por falta de recursos. Finalmente, el arancel promedio representa una barrera económica directa de entrada al sistema universitario; en ausencia de políticas compensatorias como la gratuidad, su peso puede resultar determinante en la decisión de matricularse.

Variable dependiente: Matrícula total primer año

Variables independientes:

PIB Per Cápita (variación %)

Tasa de desempleo

Arancel promedio

$$Matrícula_{primer\ año} = \beta_0 + \beta_1 PIB_{Per\ Cápita} + \beta_2 Tasa_{Desempleo} + \beta_3 Arancel_{Promedio} + \epsilon$$

Figura 4

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 4

```
Call:
lm(formula = Matricula_primer_ano ~ PIB_per_capita + Tasa_desempleo +
    Arancel_promedio, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-511.3 -408.8 -150.6  246.6  982.5

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    2.162e+04  2.365e+03   9.141  1.8e-06 ***
PIB_per_capita  3.748e+01  1.472e+01   2.545  0.027214 *
Tasa_desempleo  1.565e+02  1.515e+02   1.033  0.323785
Arancel_promedio -3.315e-03  6.192e-04  -5.353  0.000233 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 547.5 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7654,    Adjusted R-squared:  0.7014
F-statistic: 11.96 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.00087
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo obtuvo un coeficiente de determinación (R^2 múltiple) de 0.7654, lo que indica que aproximadamente un 76.5 % de la variabilidad en la matrícula puede ser explicada por las variables independientes incluidas. El R^2 ajustado, que corrige por el número de predictores, fue de 0.7014, confirmando un muy buen ajuste del modelo. Además, el estadístico F alcanzó un valor de 11.96, con un p-valor de 0.00087, lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que el modelo es estadísticamente significativo en su conjunto.

Respecto a los coeficientes individuales:

El PIB per cápita presenta un coeficiente positivo de 37.48, con un p-valor de 0.027214, lo que indica que es estadísticamente significativo al 5 %. Esto sugiere que un mayor ingreso promedio por persona está asociado a un aumento en la matrícula, probablemente por una mayor capacidad económica para costear estudios superiores.

La tasa de desempleo también presenta un coeficiente positivo (156.5), pero con un p-valor de 0.323785, lo que implica que no es estadísticamente significativa. A pesar de su dirección positiva, no hay suficiente evidencia para afirmar que influye directamente sobre la matrícula en este caso.

El arancel promedio muestra un coeficiente negativo de -0.003315, altamente significativo con un p-valor de 0.000233, lo que indica que, a mayores costos de estudiar, la matrícula tiende a disminuir. Este resultado es consistente con la lógica económica de acceso condicionado por barreras financieras.

En síntesis, este modelo destaca por su alto poder explicativo y significancia global, identificando al PIB per cápita y al arancel promedio como factores relevantes para comprender las fluctuaciones en la matrícula universitaria de primer año en Enfermería.

9.8 Modelo de Regresión 5

El quinto modelo analiza cómo factores económicos y sanitarios influyen en la matrícula total de primer año. El arancel promedio representa el costo directo de acceder a la educación superior, lo que puede limitar la postulación de estudiantes sin apoyo financiero. El PIB per cápita (variación %) se utiliza como indicador del bienestar económico promedio de los hogares; se espera que en contextos de mayor ingreso per cápita haya mayor capacidad de financiamiento para estudios universitarios. Por último, la variable COVID-19 (dummy) capta el impacto de la pandemia en el sistema educativo, considerando su efecto en la economía familiar, la salud mental y las restricciones académicas, todas las cuales pudieron incidir en la decisión de ingresar a la universidad durante los años afectados.

Variable dependiente: Matrícula total primer año

Variables independientes:

PIB Per Cápita (variación %)

Arancel promedio

Pandemia COVID-19 (Dummy)

$$\text{Matrícula}_{\text{primer año}} = \beta_0 + \beta_1 \text{PIB Per Cápita} + \beta_2 \text{Pandemia}_{\text{Covid-19}} + \beta_3 \text{Arancel}_{\text{Promedio}} + \epsilon$$

Figura 5

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 5

Call:

```
lm(formula = Matrícula_primer_ano ~ PIB_per_capita + Pandemia +
    Arancel_promedio, data = Data_enfermeria)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-768.40	-277.62	-68.69	224.47	811.48

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	2.492e+04	2.879e+03	8.655	3.07e-06	***
PIB_per_capita	3.229e+01	1.279e+01	2.525	0.0282	*
Pandemia	7.676e+02	3.965e+02	1.936	0.0790	.
Arancel_promedio	-3.819e-03	6.419e-04	-5.949	9.60e-05	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 495.2 on 11 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.808, Adjusted R-squared: 0.7557

F-statistic: 15.43 on 3 and 11 DF, p-value: 0.000295

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo muestra un R^2 múltiple de 0.808, lo que indica que aproximadamente el 80.8 % de la variación en la matrícula puede ser explicada por las variables incluidas. El R^2 ajustado fue de 0.7557, lo que confirma un alto poder explicativo incluso al corregir por el número de predictores. El modelo es estadísticamente significativo en su conjunto, con un estadístico F de 15.43 y un p-valor de 0.000295, lo que permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que, colectivamente, las variables tienen un impacto significativo sobre la matrícula.

Respecto a los coeficientes individuales:

El PIB per cápita presenta un coeficiente positivo (32.29), significativo al 5 % ($p = 0.0282$), lo que indica que un mayor ingreso promedio por habitante se asocia a un aumento en la matrícula, probablemente por una mayor capacidad económica de los hogares para financiar estudios universitarios.

La variable pandemia muestra un coeficiente positivo (767.6), con un p-valor de 0.0790, lo que implica que su efecto es marginalmente significativo al 10 %. Este resultado sugiere que durante el período afectado por el COVID-19, la matrícula en Enfermería pudo haber aumentado, posiblemente debido a un mayor interés por las carreras del área de la salud o por la percepción de estabilidad laboral en el rubro.

El arancel promedio presenta un coeficiente negativo (-0.003819), altamente significativo ($p < 0.001$), lo que indica una relación inversa clara entre el costo de estudiar y la matrícula. En términos prácticos, a mayor arancel, menor matrícula, lo que confirma que el costo de acceso sigue siendo una barrera importante para los estudiantes.

En resumen, este modelo presenta un muy buen ajuste, con variables significativas tanto económica como sanitariamente relevantes. Se destaca el impacto negativo del arancel promedio sobre la matrícula, junto con una influencia positiva del PIB per cápita y un posible efecto impulsor de la pandemia sobre la demanda por la carrera de Enfermería.

9.9 Modelo de Regresión 6

El sexto modelo analiza las mismas variables que el modelo anterior, sin embargo, se opta por utilizar la matrícula femenina como variable dependiente, ya que históricamente representa más del 80 % del total en la carrera de Enfermería, mientras que la matrícula masculina se ha mantenido relativamente estable, sin variaciones significativas a lo largo del tiempo.

Variable dependiente: Matrícula mujeres primer año

Variáveis independientes:

PIB Per Cápita (variación %)

Arancel promedio

Pandemia COVID-19 (Dummy)

$$\text{Matrícula Mujeres}_{\text{primer año}} = \beta_0 + \beta_1 \text{PIB Per Cápita} + \beta_2 \text{Pandemia}_{\text{Covid-19}} + \beta_3 \text{Arancel}_{\text{Promedio}} + \epsilon$$

Figura 6

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 6

```
Call:
lm(formula = Matricula_primer_ano_mujeres ~ PIB_per_capita +
    Pandemia + Arancel_promedio, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-681.78 -255.05  -51.28  123.58  724.02

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   2.130e+04  2.412e+03   8.829 2.53e-06 ***
PIB_per_capita  2.771e+01  1.072e+01   2.586  0.0253 *
Pandemia       6.816e+02  3.321e+02   2.052  0.0647 .
Arancel_promedio -3.342e-03  5.378e-04  -6.214 6.58e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 414.9 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8202,    Adjusted R-squared:  0.7711
F-statistic: 16.72 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.0002072
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo presenta un coeficiente de determinación (R^2 múltiple) de 0.8202, lo que indica que aproximadamente el 82.0 % de la variabilidad en la matrícula femenina puede ser explicada por las variables incluidas. El R^2 ajustado fue de 0.7711, lo que confirma un excelente ajuste del modelo, incluso al considerar la penalización por el número de variables. El modelo es estadísticamente significativo en su conjunto, con un estadístico F de 16.72 y un p-valor de

0.0002072, lo que permite afirmar que las variables explicativas tienen un impacto conjunto relevante sobre la matrícula de mujeres.

En relación con los coeficientes individuales:

El PIB per cápita presenta un coeficiente positivo de 27.71, con un p-valor de 0.0253, lo que indica que es estadísticamente significativo al 5 %, sugiriendo que un mayor ingreso per cápita se asocia a un incremento en la matrícula femenina, probablemente por una mayor capacidad de financiamiento en los hogares.

La variable pandemia muestra un coeficiente positivo de 681.6, con un p-valor de 0.0647, siendo marginalmente significativa al 10 %. Esto podría indicar que durante el período afectado por el COVID-19, la matrícula femenina se incrementó, posiblemente por una mayor valoración social de las carreras de salud o por un interés creciente en la estabilidad laboral del sector.

El arancel promedio muestra un coeficiente negativo de -0.003342 , altamente significativo ($p < 0.001$), lo que confirma que el costo de estudiar tiene un efecto inverso sobre la matrícula: a mayor arancel, menor es la probabilidad de que mujeres se matriculen, especialmente en ausencia de políticas compensatorias.

En síntesis, este modelo evidencia que tanto el contexto económico (PIB per cápita) como el costo de acceso (arancel) y el impacto sanitario (pandemia) influyeron en la matrícula de mujeres en Enfermería, siendo el arancel la variable con mayor fuerza explicativa en sentido negativo. Estos resultados refuerzan la idea de que el acceso femenino a la educación superior está condicionado por factores estructurales tanto económicos como contextuales.

9.10 Modelo de Regresión 7

El séptimo modelo busca evaluar si las condiciones económicas y las políticas públicas de financiamiento han incidido en el acceso a la educación superior, es decir, si han influido en el acceso a las universidades del Consejo de Rectores (CRUCH). La inclusión de la variable gratuidad permite observar el efecto de esta política sobre los estudiantes provenientes de contextos vulnerables, al eliminar una de las principales barreras de entrada: el costo. El arancel promedio representa dicho costo, mientras que el sueldo mínimo actúa como proxy del ingreso familiar base. Se espera que, a mayor sueldo mínimo y existencia de gratuidad, mayor sea la matrícula, y que aranceles altos, en ausencia de gratuidad, la reduzcan.

Variable dependiente: Matrícula primer año universidades CRUCH

Variables independientes:

Sueldo promedio mínimo

Arancel promedio

Gratuidad (Dummy)

*Matrícula Universidades CRUCH*_{primer año}

$$= \beta_0 + \beta_1 \text{Sueldo}_{\text{Promedio mínimo}} + \beta_2 \text{Gratuidad} + \beta_3 \text{Arancel}_{\text{Promedio}} + \epsilon$$

Figura 7

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 7

```
Call:
lm(formula = Matricula_cruch ~ Salario_minimo + Gratuidad + Arancel_promedio,
    data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-143.132 -100.481  -4.445   74.511  189.702

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.003e+03  1.213e+03  -2.475  0.03083 *
Salario_minimo  1.206e-03  6.816e-04   1.769  0.10456
Gratuidad      -2.765e+02  1.346e+02  -2.054  0.06455 .
Arancel_promedio 1.034e-03  3.005e-04   3.441  0.00551 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 126 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8873,    Adjusted R-squared:  0.8565
F-statistic: 28.86 on 3 and 11 DF,  p-value: 1.641e-05
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo presenta un coeficiente de determinación R^2 de 0.8873, lo que indica que cerca del 88.7 % de la variabilidad en la matrícula CRUCH puede ser explicada por las variables del modelo. El R^2 ajustado fue de 0.8565, lo que refleja un excelente nivel de ajuste aún después de corregir por el número de predictores. Además, el modelo es estadísticamente significativo en su conjunto, con un estadístico F de 28.86 y un p-valor de 1.641e-05, lo que permite rechazar la hipótesis nula y confirmar que las variables explicativas tienen un efecto conjunto relevante sobre la matrícula.

Respecto a los coeficientes individuales:

El salario mínimo presenta un coeficiente positivo (0.001206), lo que sugiere que a medida que aumenta el ingreso mínimo, se incrementa la matrícula en universidades CRUCH.

Sin embargo, este resultado no es estadísticamente significativo al 5 % ($p = 0.10456$), aunque sí se aproxima al umbral del 10 %.

La variable gratuidad muestra un coeficiente negativo (-276.5), con un p-valor de 0.06455, lo que indica que su efecto es marginalmente significativo al 10 %. Si bien el signo negativo podría parecer contraintuitivo, podría estar reflejando dinámicas específicas en el sistema CRUCH, como la redistribución de matrícula hacia instituciones privadas o técnicas que también ofrecen gratuidad.

Por otro lado, el arancel promedio presenta un coeficiente positivo (0.001034), con un p-valor de 0.00551, siendo estadísticamente significativo al 1 %, lo que indica que un mayor arancel promedio está asociado con un aumento en la matrícula CRUCH. Este resultado podría explicarse por el hecho de que las universidades CRUCH tienden a tener mayor demanda y prestigio, lo cual podría sostener la matrícula incluso en contextos de aumento de costos, especialmente cuando existen mecanismos de financiamiento como la gratuidad o becas.

En resumen, este modelo ofrece una alta capacidad explicativa y muestra que variables como el arancel promedio y la gratuidad ejercen efectos relevantes sobre la matrícula en universidades CRUCH, aunque con matices que merecen ser interpretados desde una perspectiva estructural del sistema educativo chileno.

9.11 Modelo de Regresión 8

Finalmente, el modelo ocho busca evaluar si las condiciones económicas básicas y las políticas públicas de financiamiento han influido en el acceso a las universidades del Consejo de Rectores (CRUCH). La variable dependiente es la matrícula de primer año en universidades CRUCH, ya que estas instituciones concentran una parte importante del sistema público y han sido directamente impactadas por políticas como la gratuidad. En cuanto a las variables

independientes, se incluye la gratuidad como una variable dummy que permite captar el efecto directo de esta política en la reducción de barreras económicas para los estudiantes de menores ingresos. Asimismo, se considera el sueldo mínimo como un proxy del ingreso base familiar, dado que muchas familias de sectores vulnerables se encuentran cercanas a ese umbral. Se espera que, en contextos de mayor sueldo mínimo y con la implementación de gratuidad, aumente la matrícula en estas universidades, reflejando un mejor acceso para estudiantes que antes no podían financiar sus estudios superiores.

Variable dependiente: Matrícula primer año universidades CRUCH

Variables independientes:

Sueldo promedio mínimo

Gratuidad (Dummy)

$$\text{Matrícula Universidades CRUCH}_{\text{primer año}} = \beta_0 + \beta_1 \text{Sueldo}_{\text{Promedio mínimo}} + \beta_2 \text{Gratuidad} + \epsilon$$

Figura 8

Salida computacional del modelo de regresión lineal múltiple 8

```
Call:
lm(formula = Matricula_cruch ~ Salario_minimo + Gratuidad, data = Data_
_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-290.88  -83.55  -43.84  116.96  311.33

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  1.153e+03  1.586e+02   7.271 9.86e-06 ***
Salario_minimo 2.784e-03  6.957e-04   4.001 0.00176 **
Gratuidad      3.815e+01  1.363e+02   0.280 0.78436
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 173.9 on 12 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7659,    Adjusted R-squared:  0.7269
F-statistic: 19.63 on 2 and 12 DF,  p-value: 0.0001646
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

El modelo presenta un coeficiente de determinación (R^2 múltiple) de 0.7659, lo que indica que aproximadamente el 76.6 % de la variabilidad en la matrícula puede ser explicada por las variables independientes. El R^2 ajustado se sitúa en 0.7269, confirmando un buen nivel de ajuste. El modelo global es estadísticamente significativo, con un estadístico F de 19.63 y un p-valor de 0.0001646, lo que permite rechazar la hipótesis nula y afirmar que, en conjunto, las variables explicativas tienen un efecto relevante sobre la matrícula en CRUCH.

En cuanto a los coeficientes individuales:

El salario mínimo presenta un coeficiente positivo (0.002784) y un p-valor de 0.00176, lo que lo convierte en estadísticamente significativo al 1 %. Este resultado indica que incrementos en el salario mínimo se asocian a un aumento en la matrícula en universidades CRUCH, posiblemente por la mejora en la capacidad económica de los hogares para financiar estudios.

Por otro lado, la variable gratuidad muestra un coeficiente positivo (38.15), pero con un p-valor de 0.78436, lo que indica que su efecto no es estadísticamente significativo en este modelo. Esto sugiere que, dentro del rango de datos y periodo analizado, la gratuidad no evidencia un impacto individual robusto sobre la matrícula CRUCH cuando se controla por el salario mínimo.

En resumen, este modelo presenta un buen ajuste general y confirma la relevancia del salario mínimo como factor explicativo de la matrícula en universidades CRUCH, mientras que la gratuidad, pese a su relevancia teórica, no muestra un efecto estadísticamente significativo por sí sola en este análisis.

9.12 Evaluación Comparativa de los Modelos Econométricos

A continuación, se presenta la interpretación detallada de la tabla comparativa de modelos de regresión. En ella se incluyen diversas métricas que permiten evaluar el desempeño de cada modelo estimado. La primera columna indica el número del modelo, la segunda columna muestra la combinación de variables independientes utilizadas en cada especificación. Las columnas siguientes muestran el coeficiente de determinación (R^2) y su versión ajustada (R^2 ajustado), que reflejan el grado de explicación de la variable dependiente por parte del modelo. Luego, se incorpora el p-valor global del modelo, el cual permite evaluar su significancia estadística conjunta. Finalmente, se detallan tres columnas que clasifican las variables independientes según su nivel de significancia individual, donde S 5% son las variables significativas al 5%, S 10% son las variables significativas al 10%, finalmente N.S, significa que ninguna variable del modelo es significativa.

Tabla 7

Comparación de coeficientes y variables incluidas en los ocho modelos econométricos estimados

Modelo	Variables del modelo	R^2	R^2 Ajustado	P-value	S 5%	S 10%	N.S.
	PIB Total						
1	Tasa Desempleo	0.3796	0.2104	0.1403	0	0	3
	Sueldo promedio						
	PIB Total						
2	Movimiento Feminista Pandemia	0.3517	0.1749	0.1741	0	0	3

Arancel							
3	Gratuidad	0.6479	0.5518	0.007594	0	0	3
	Estallido Social						
	PIB Per Cápita						
4	Tasa Desempleo	0.7654	0.7014	0.00087	2	0	1
	Arancel Promedio						
	PIB Per Cápita						
5	Pandemia Covid-19	0.808	0.7557	0.000295	2	1	0
	Arancel Promedio						
	PIB Per Cápita						
6	Pandemia Covid-19	0.8202	0.7711	0.0002072	2	1	0
	Arancel Promedio						
	(V. Dep Mujeres)						
	Salario Mínimo						
7	Gratuidad	0.8873	0.8565	0.00001641	2	1	0
	Arancel Promedio						
	(V. Dep CRUCH)						
	Salario Mínimo						
8	Gratuidad	0.7659	0.7269	0.0001646	1	0	1
	(V. Dep CRUCH)						

Nota. Fuente: Elaboración propia. N=15 observaciones. $p < .05$

Del total de modelos estimados, los resultados muestran que los modelos 5, 6 y 7 destacan como los más sólidos tanto en términos de ajuste estadístico como de relevancia

explicativa. Estos tres modelos combinan un alto coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado sobre 0.75), significancia global elevada (p -valor global < 0.001) y una proporción considerable de variables significativas a nivel individual.

En primer lugar, el Modelo 5 (PIB per cápita + Pandemia + Arancel promedio) se posiciona como el más robusto para explicar la matrícula total de primer año, con un R^2 ajustado de 0.7557 y sin ninguna variable no significativa. Este modelo destaca por integrar factores económicos estructurales, un evento disruptivo y una barrera de acceso directa, capturando de manera integral las principales fuerzas que condicionan el ingreso universitario en el contexto analizado.

En segundo lugar, el Modelo 6 (PIB per cápita + Pandemia + Arancel promedio aplicado a mujeres) resulta el más adecuado para explicar la matrícula femenina, con un R^2 ajustado de 0.7711. Este modelo no solo presenta un excelente poder explicativo, sino que también reafirma la sensibilidad de la matrícula de mujeres a factores económicos y sanitarios, especialmente al costo de estudiar, lo que refuerza la necesidad de políticas de equidad de género en el acceso a la educación superior.

Por último, el Modelo 7 (Salario mínimo + Gratuidad + Arancel promedio aplicado a matrícula CRUCH) permite analizar las variaciones según tipo de institución, en este caso las universidades del Consejo de Rectores. Con un R^2 ajustado de 0.8565, es el modelo con mayor ajuste general en la comparación, aunque contiene una variable no significativa. Su solidez permite identificar cómo los instrumentos de política pública como la gratuidad y los ingresos mínimos afectan la matrícula en instituciones tradicionales, lo que puede ser clave para entender la redistribución del acceso en el sistema universitario chileno.

En conjunto, estos tres modelos permiten abordar la matrícula universitaria desde tres dimensiones complementarias: el comportamiento total del sistema, la perspectiva de género y el análisis según tipo de institución, proporcionando una base sólida para la interpretación del fenómeno estudiado.

Capítulo 10. Selección y Justificación de los Modelos Finales

10.1 Evaluación Global del Modelo Matrícula Total de Primer Año

Una vez finalizado el análisis exploratorio y comparativo de los modelos, se dio paso a la etapa de validación estadística de los más significativos y robustos. En esta fase, se aplicaron las pruebas correspondientes para evaluar la consistencia interna y el cumplimiento de los supuestos del modelo, considerando indicadores como la significancia global, el ajuste del R^2 ajustado, la ausencia de multicolinealidad y la relevancia estadística de cada coeficiente.

De manera particular, se seleccionó para validación formal el Modelo 5, dado que presentó el mayor poder explicativo (R^2 ajustado superior al de las demás especificaciones), una alta significancia global del modelo (valor $p < 0.05$) y que todos sus coeficientes resultaron estadísticamente significativos. Además, no mostró problemas críticos de multicolinealidad ni de heterocedasticidad, y cumplió con los supuestos básicos de la regresión lineal múltiple.

La elección de variables en este modelo responde tanto a criterios teóricos como empíricos:

Arancel promedio: representa un factor económico directo que puede incidir en la decisión de matrícula, ya que niveles de arancel más elevados pueden desincentivar el ingreso a la carrera, especialmente en contextos de mayor sensibilidad al costo.

Pandemia (variable dummy): captura el impacto del COVID-19 (2020–2022) como evento excepcional, que pudo modificar las percepciones sociales y vocacionales hacia las carreras de salud, afectando temporalmente la demanda.

PIB per cápita: actúa como indicador macroeconómico general del nivel de desarrollo y capacidad adquisitiva de la población, influyendo de forma estructural en el acceso a la educación superior.

El modelo se define así:

$$\text{Matrícula}_{\text{primer año}} = \beta_0 + \beta_1 \text{Arancel}_{\text{promedio}} + \beta_2 \text{Pandemia} + \beta_3 \text{PIB}_{\text{per cápita}} + \epsilon$$

En síntesis, el Modelo 5 fue preferido frente a las demás especificaciones porque logra un equilibrio entre parsimonia (pocas variables, todas con sustento teórico) y capacidad explicativa, evitando incluir predictores redundantes o no significativos y garantizando que las conclusiones se basen en relaciones estadísticamente sólidas y conceptualmente coherentes.

Tras correr este modelo de regresión en la plataforma R Studio, se obtuvo la siguiente salida computacional:

Figura 9

Salida computacional del modelo de regresión para matrícula total de primer año de Enfermería

```
Call:
lm(formula = Matrícula_primer_año ~ Arancel_promedio + Pandemia +
    PIB_per_capita, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-768.40 -277.62  -68.69   224.47   811.48

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.492e+04  2.879e+03   8.655 3.07e-06 ***
Arancel_promedio -3.819e-03  6.419e-04  -5.949 9.60e-05 ***
Pandemia      7.676e+02  3.965e+02   1.936  0.0790 .
PIB_per_capita  3.229e+01  1.279e+01   2.525  0.0282 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 495.2 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.808,    Adjusted R-squared:  0.7557
F-statistic: 15.43 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.000295
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

La capacidad explicativa del modelo es alta, reflejada por un Coeficiente de Determinación R-cuadrado Múltiple de 0.808, lo que indica que el 80.8% de la varianza en la matrícula de primer año es explicada por las variables independientes incluidas en el modelo. El R-cuadrado Ajustado, que penaliza la inclusión de variables innecesarias, es de 0.7557, confirmando un sólido ajuste del modelo.

La significancia global del modelo fue evaluada mediante el estadístico F, cuyo valor fue de 15.43 con 3 y 11 grados de libertad, y un p-valor de 0.000295. Dado que este p-valor es considerablemente menor que el nivel de significancia convencional de 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las variables explicativas son conjuntamente cero. Esto permite concluir que el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo y útil para explicar la matrícula de primer año.

El Error Estándar Residual es de 495.2, lo que representa la magnitud promedio de los errores de predicción del modelo en las unidades de la variable dependiente.

10.1.1 Interpretación de los Coeficientes Individuales del Modelo Matrícula Total de Primer Año

La fórmula del modelo con los coeficientes estimados es:

$$Matrícula_{primer\ año} = 24920 - 0.003819Arancel_{promedio} + 767.6Pandemia + 32.29PIB_{per\ cápita} + \epsilon$$

El valor estimado del intercepto es 24920 ($p < 0.001$). Este valor representa la matrícula de primer año esperada cuando el Arancel promedio, Pandemia y PIB per cápita son iguales a cero.

El coeficiente estimado para Arancel promedio es -0.003819 ($p < 0.001$). Este resultado indica que, manteniendo constantes las demás variables, un incremento de un peso en el arancel promedio se asocia con una disminución de aproximadamente 0.003819 alumnos matriculados

en primer año. Esto valida la hipótesis de una relación inversa entre el costo de la matrícula y el número de inscripciones, siendo un efecto estadísticamente muy significativo.

El coeficiente estimado para la variable dummy Pandemia es 767.6 ($p = 0.0790$). Con un nivel de significancia marginal ($p < 0.10$), este coeficiente sugiere que, ceteris paribus, la matrícula de primer año fue aproximadamente 767.6 alumnos mayor durante el período clasificado como pandemia en comparación con los años sin pandemia. Este hallazgo podría indicar un posible 'efecto refugio' o un cambio en las prioridades de los individuos hacia la educación superior en tiempos de incertidumbre económica y sanitaria.

El coeficiente estimado para PIB per cápita es 32.29 ($p = 0.0282$). Este resultado, estadísticamente significativo ($p < 0.05$), implica que, manteniendo los demás factores constantes, un aumento de un punto porcentual en la variación del PIB per cápita se asocia con un incremento promedio de 32.29 alumnos matriculados en primer año. Esto sugiere una relación positiva entre el crecimiento económico y la demanda de educación superior.

10.1.2 Diagnóstico y Validación del Modelo Matrícula Total de Primer Año

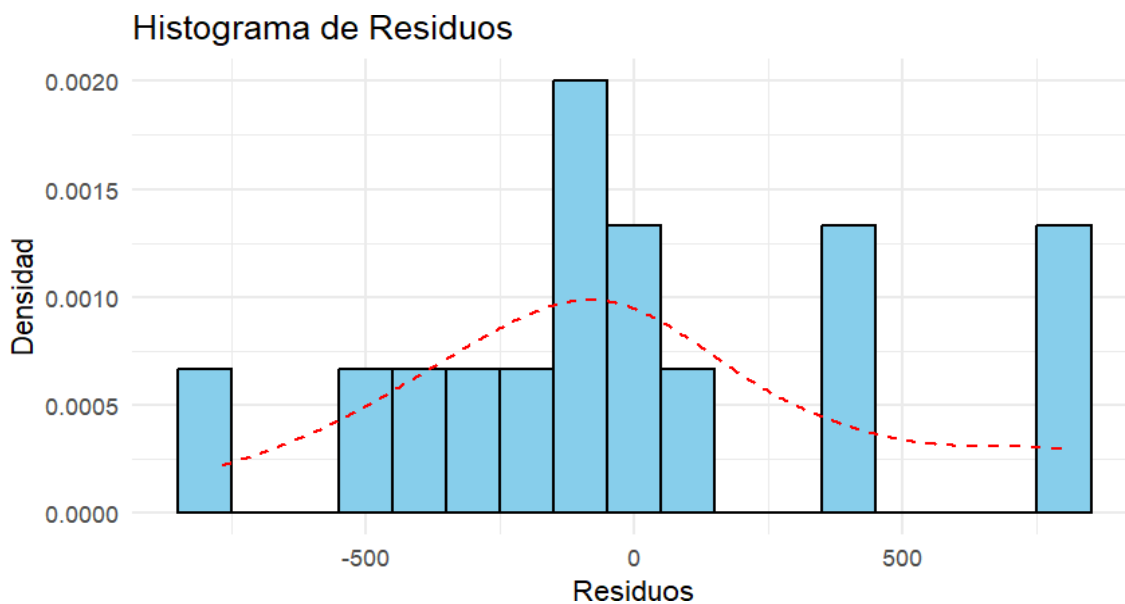
Para garantizar la validez y fiabilidad de las inferencias derivadas del modelo de regresión lineal, se procedió a verificar el cumplimiento de los supuestos subyacentes del Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Normalidad de los Residuos

El supuesto de normalidad de los residuos es crucial para la validez de las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza, especialmente en muestras de tamaño reducido.

Figura 10

Histograma de residuos del modelo de regresión para matrícula total de primer año

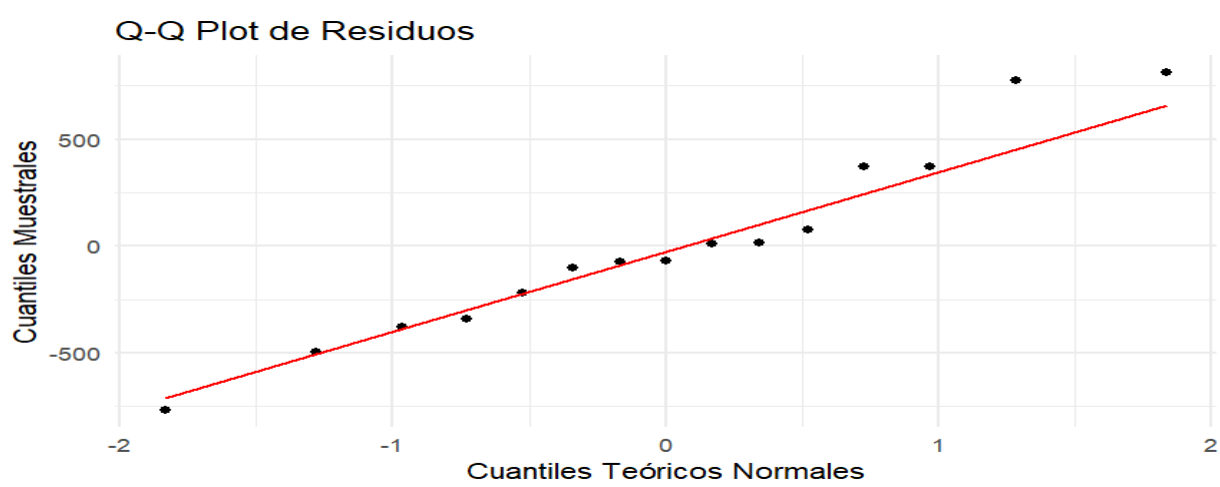


Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

El Histograma de Residuos muestra una distribución que, si bien es irregular debido al tamaño de la muestra ($N=15$), concentra la mayoría de los residuos alrededor de cero.

Figura 11

Gráfico Q-Q Plot de residuos del modelo de regresión para matrícula total de primer año



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

El Q-Q Plot de Residuos revela que la mayoría de los puntos se alinean razonablemente bien con la línea diagonal teórica, aunque se observan algunas desviaciones en los extremos, indicando posibles colas ligeramente más pesadas de lo esperado en una distribución normal perfecta.

Figura 12

Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk para el modelo de regresión de matrícula total de primer año

```
Shapiro-wilk normality test
data:  residuos
W = 0.95668, p-value = 0.635
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

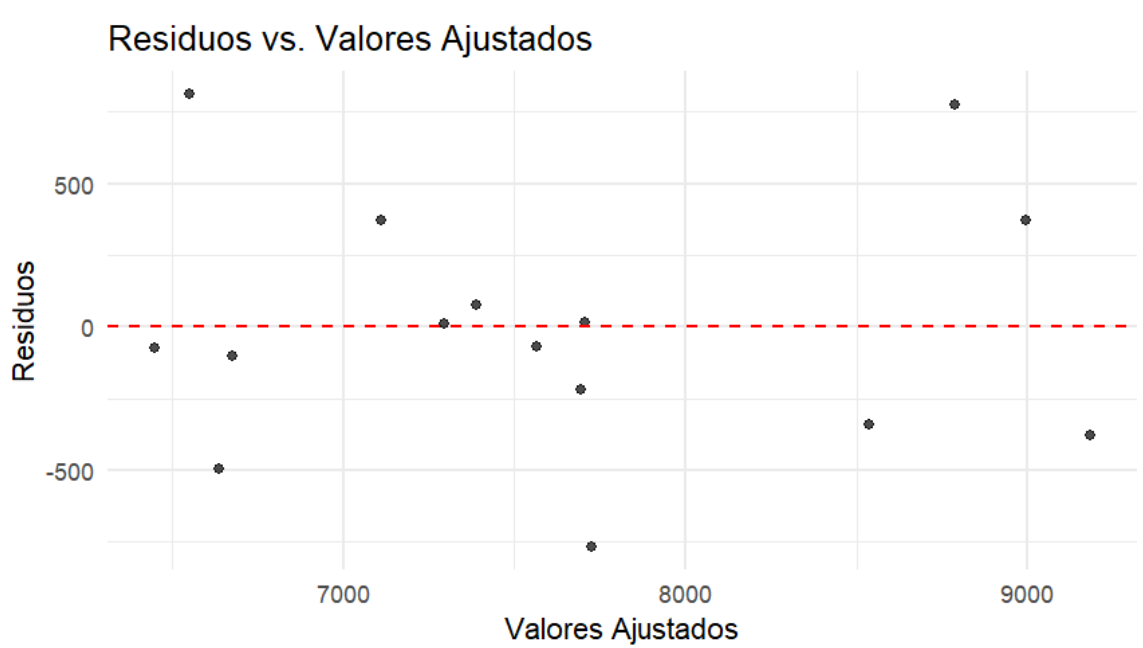
Análisis Estadístico: La prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los residuos arrojó un estadístico W de 0.95668 y un p -valor de 0.635. Dado que el p -valor es significativamente mayor que el nivel de significancia de 0.05, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad de los residuos. Por lo tanto, el supuesto de normalidad se considera adecuadamente cumplido.

Homocedasticidad

El supuesto de homocedasticidad implica que la varianza de los residuos debe ser constante para todos los niveles de las variables predictoras. Su incumplimiento (heterocedasticidad) afecta la eficiencia de los estimadores y la validez de los errores estándar.

Figura 13

Gráfico de residuos versus valores ajustados del modelo de regresión para matrícula total de primer año



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La figura 13 de Residuos vs. Valores Ajustados no muestra ningún patrón sistemático (como un embudo o cono), la dispersión de los puntos parece aleatoria y uniforme alrededor de la línea horizontal en cero.

Figura Número 14

Resultados del test de homocedasticidad Breusch-Pagan para el modelo de regresión de matrícula total de primer año

```
studentized Breusch-Pagan test
data:  RegrMult
BP = 5.2566, df = 3, p-value = 0.1539
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La prueba de Breusch-Pagan para la homocedasticidad resultó en un estadístico BP de 5.2566 con 3 grados de libertad, y un p-valor de 0.1539. Al ser el p-valor mayor que 0.05, no se

encuentra evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. En consecuencia, se considera que el supuesto de varianza constante de los residuos se cumple.

Figura 15

Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) del modelo de regresión de matrícula total de primer año

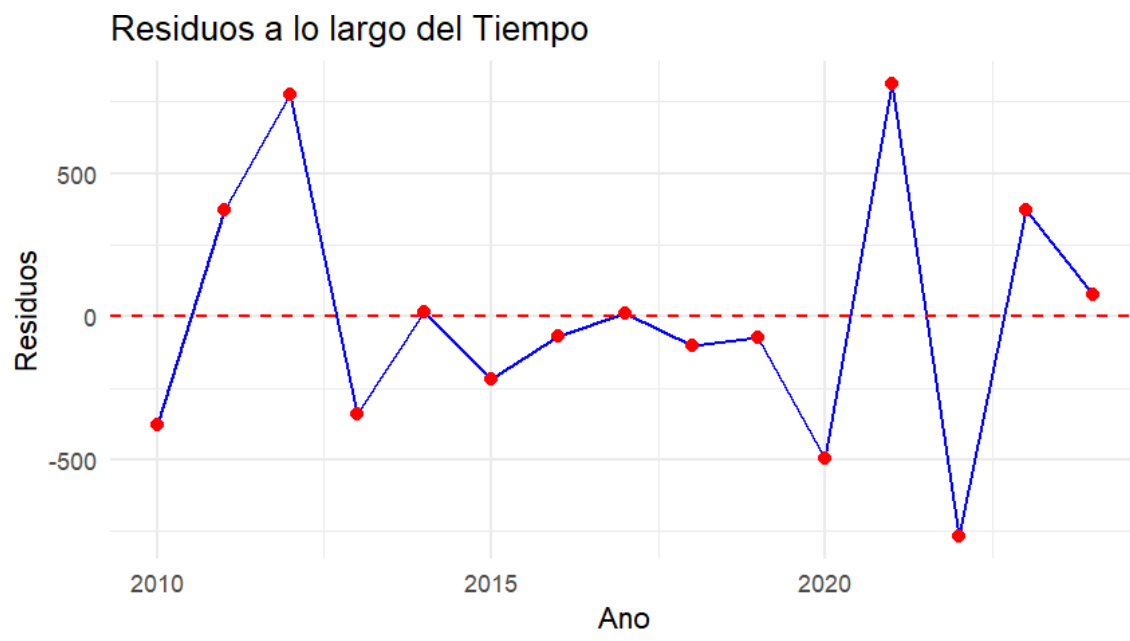
```
> vif_values
Arancel_promedio      Pandemia      PIB_per_capita
      2.210730          2.136574          1.101669
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

Los Factores de Inflación de la Varianza (VIF) fueron calculados para cada variable predictora. Dado que todos los valores VIF son significativamente menores que el umbral comúnmente aceptado de 5 (o incluso 10), se concluye que no existe un problema significativo de multicolinealidad entre las variables predictoras en el modelo.

Figura 16

Gráfico de residuos a lo largo del tiempo del modelo de regresión para matrícula total de primer año



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La figura 16 de Residuos a lo largo del Tiempo muestra algunas "rachas" de residuos positivos y negativos, lo que podría sugerir la presencia de autocorrelación. La autocorrelación, o correlación serial de los residuos, es una preocupación particular en datos de series de tiempo, ya que viola el supuesto de independencia de los errores y puede llevar a errores estándar subestimados.

Figura 17

Resultados del test de Durbin-Watson para el modelo de regresión de matrícula total de primer año

```
Durbin-watson test
data: RegrMult
DW = 2.9445, p-value = 0.9307
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La prueba de Durbin-Watson arrojó un estadístico de $DW = 2.9445$. Un valor cercano a 2.0 indica ausencia de autocorrelación; valores significativamente por debajo de 2 sugieren autocorrelación positiva, y valores significativamente por encima de 2 (como en este caso, cercano a 3) sugieren autocorrelación negativa. El p-valor para la hipótesis alternativa de autocorrelación positiva es 0.9307.

10.1.3 Resumen General del Modelo Matrícula Total de Primer Año

El modelo de regresión lineal múltiple estimado para predecir la matrícula de primer año a partir del arancel promedio, la Pandemia y el PIB per cápita, presenta un alto poder explicativo, con un R-cuadrado ajustado del 0.7557, indicando que aproximadamente el 75.57% de la variabilidad en la matrícula de primer año es explicada por las variables incluidas en el modelo. La significancia global del modelo es robusta, evidenciada por un p-valor del estadístico F de 0.000295, lo que permite rechazar la hipótesis nula de que todos los coeficientes de las variables independientes son simultáneamente cero.

En cuanto a los coeficientes individuales, el arancel promedio muestra un efecto negativo y altamente significativo (coeficiente = -0.003819, $p < 0.001$), sugiriendo que un aumento en el arancel se asocia con una disminución en la matrícula. La variable PIB per cápita también es significativa (coeficiente = 32.29, $p = 0.0282$), indicando que un mayor crecimiento del PIB per cápita se relaciona positivamente con la matrícula. Por su parte, la variable dummy Pandemia presenta un coeficiente positivo (767.6) y una significancia marginal ($p = 0.0790$), lo que podría interpretarse como un incremento en la matrícula durante el periodo pandémico en comparación con años previos, aunque con menor certeza estadística. El error estándar residual del modelo es de 495.2 alumnos, lo cual representa la desviación típica de las predicciones del modelo respecto a los valores observados de la matrícula.

Los supuestos de normalidad de los residuos, homocedasticidad y ausencia de multicolinealidad se cumplen adecuadamente. No obstante, las pruebas estadísticas (Durbin-Watson y Breusch-Godfrey) y el análisis gráfico de los residuos a lo largo del tiempo han detectado la presencia de autocorrelación negativa en los residuos.

10.2 Evaluación Global del Modelo Matrícula de Mujeres de Primer Año

Con el segundo modelo también se procedió a la etapa de validación estadística. Al igual que con el modelo anterior, se aplicaron pruebas para evaluar la consistencia interna y el cumplimiento de los supuestos de la regresión lineal múltiple, considerando indicadores como la significancia global del modelo, el R^2 ajustado, la significancia individual de los coeficientes y la ausencia de problemas graves de multicolinealidad, heterocedasticidad o autocorrelación de residuos.

Este modelo se enfoca exclusivamente en la matrícula de mujeres de primer año en la carrera de Enfermería, atendiendo a que la profesión presenta históricamente una alta feminización (superior al 80 % de la matrícula total) y que comprender los determinantes específicos de este segmento puede aportar conclusiones más precisas para el diseño de políticas y estrategias de atracción de estudiantes.

La elección de variables responde a un criterio tanto teórico como empírico:

Arancel promedio: indicador clave de costo educativo que puede condicionar el acceso, incluso en un segmento con alta demanda histórica como el de mujeres en Enfermería.

Pandemia (variable dummy): capta el impacto coyuntural del COVID-19 (2020–2022), que pudo reforzar la percepción social del rol de la Enfermería y, por ende, motivar un mayor interés en la carrera durante esos años.

PIB per cápita: refleja el nivel de desarrollo económico y la capacidad adquisitiva promedio de la población, actuando como un determinante estructural del acceso a la educación superior.

El modelo se presenta de la siguiente forma:

$$Matrícula\ Mujeres_{primer\ año} = \beta_0 + \beta_1 Arancel_{promedio} + \beta_2 Pandemia + \beta_3 PIB_{per\ cápita} + \epsilon$$

Este modelo fue preferido frente a otras especificaciones analizadas porque ofrece un alto poder explicativo en su segmento específico, todos sus coeficientes resultaron estadísticamente significativos y mantiene un enfoque parsimonioso (con un número reducido de predictores, todos con sustento teórico y evidencia empírica). Además, al centrarse en la matrícula femenina, permite aislar patrones propios de este grupo, evitando que las tendencias de la matrícula masculina (de menor magnitud y con dinámicas distintas) distorsionen los resultados y conclusiones.

Tras correr este modelo de regresión en la plataforma R Studio, se obtuvo la siguiente salida computacional:

Figura 18

Salida computacional del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año en la carrera de Enfermería

```
Call:
lm(formula = Matricula_primer_ano_mujeres ~ PIB_per_capita +
    Pandemia + Arancel_promedio, data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-681.78 -255.05  -51.28  123.58  724.02

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.130e+04  2.412e+03  8.829 2.53e-06 ***
PIB_per_capita  2.771e+01  1.072e+01  2.586  0.0253 *
Pandemia      6.816e+02  3.321e+02  2.052  0.0647 .
Arancel_promedio -3.342e-03  5.378e-04 -6.214 6.58e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 414.9 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8202,    Adjusted R-squared:  0.7711
F-statistic: 16.72 on 3 and 11 DF,  p-value: 0.0002072
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

En la salida computacional se muestra que la capacidad explicativa del modelo es elevada, con un Coeficiente de Determinación R-cuadrado Múltiple de 0.8202, lo que indica que el 82.02% de la variabilidad en la matrícula de mujeres de primer año puede ser explicada por las variables PIB per cápita, pandemia y arancel promedio. El R-cuadrado ajustado es de 0.7711, lo cual confirma un ajuste sólido, considerando la penalización por el número de predictores utilizados.

La significancia global del modelo fue evaluada a través del estadístico F, cuyo valor fue de 16.72, con 3 y 11 grados de libertad, y un p-valor asociado de 0.0002072. Dado que este valor es menor al umbral del 0.05, se rechaza la hipótesis nula de que todos los coeficientes sean conjuntamente iguales a cero, lo cual indica que el modelo es estadísticamente significativo en su conjunto.

En cuanto a la precisión del modelo, el Error Estándar Residual fue de 414.9, lo que representa el promedio de las desviaciones entre los valores observados y los estimados por el modelo, en las unidades originales de la variable dependiente.

10.2.1 Interpretación de los Coeficientes Individuales del Modelo Matrícula de Mujeres de Primer Año

La fórmula del modelo con los coeficientes estimados es:

$$\begin{aligned} \text{Matrícula Mujeres}_{\text{primer año}} \\ = 21300 - 0.003342\text{Arancel}_{\text{promedio}} + 681800\text{Pandemia} + 27710\text{PIB}_{\text{per cápita}} + \epsilon \end{aligned}$$

El valor estimado del intercepto es 21.300 ($p < 0.001$). Este coeficiente representa la matrícula femenina de primer año esperada en un escenario hipotético donde el PIB per cápita, la pandemia y el arancel promedio son iguales a cero. Aunque este escenario no es realista en la práctica, sirve como punto base de la regresión.

El coeficiente estimado para el arancel promedio es -0.003342 ($p < 0.001$). Este resultado indica que, manteniendo constantes las demás variables, un aumento de un peso en el arancel promedio se asocia con una disminución aproximada de 0.003342 estudiantes mujeres matriculadas en primer año. En términos prácticos, un aumento de una unidad en el arancel promedio implicaría una caída cercana a 3,34 estudiantes. Esta relación negativa es altamente significativa, lo que respalda la hipótesis de que el costo de acceso a la educación superior actúa como una barrera particularmente relevante para las mujeres.

En cuanto a la variable Pandemia (dummy), su coeficiente es 681.6 ($p = 0.0647$). Este resultado presenta una significancia marginal al 10% y sugiere que, manteniendo constantes las demás variables, la matrícula femenina de primer año fue, en promedio, 681,6 estudiantes superior durante el periodo marcado como pandemia en comparación con los años sin pandemia.

Este efecto podría estar relacionado con decisiones estratégicas frente a la crisis, como un mayor interés por continuar estudios ante la incertidumbre económica o por políticas de apoyo implementadas durante ese periodo.

Finalmente, el coeficiente del PIB per cápita es 27.71 ($p = 0.0253$), lo que indica que un aumento de un punto porcentual en la variación del ingreso promedio por persona en el país se asocia con un incremento de aproximadamente 27,71 estudiantes mujeres matriculadas en primer año, manteniendo constantes las demás variables. Esta relación positiva y estadísticamente significativa ($p < 0.05$) refuerza la idea de que el contexto económico general tiene una influencia directa sobre el acceso femenino a la educación superior.

10.2.2 Diagnóstico y Validación del Modelo Matrícula de Mujeres de Primer Año

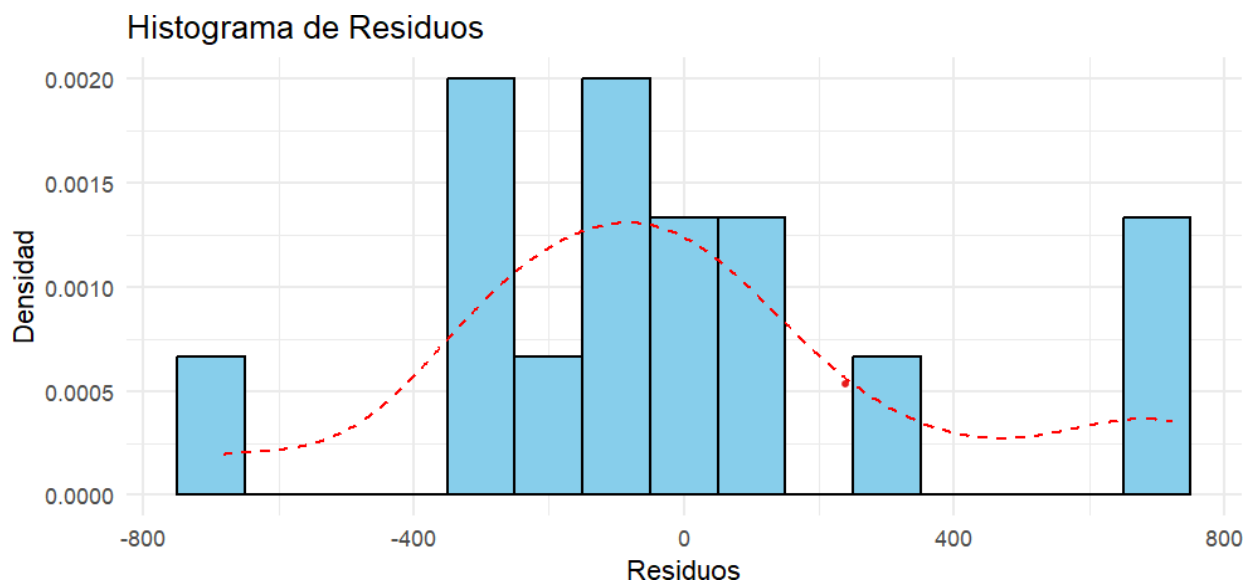
Para garantizar la validez y fiabilidad de las inferencias derivadas del modelo de regresión lineal, se procedió a verificar el cumplimiento de los supuestos subyacentes del Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Normalidad de los Residuos

El supuesto de normalidad de los residuos es crucial para la validez de las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza, especialmente en muestras de tamaño reducido.

Figura 19

Histograma de residuos del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año

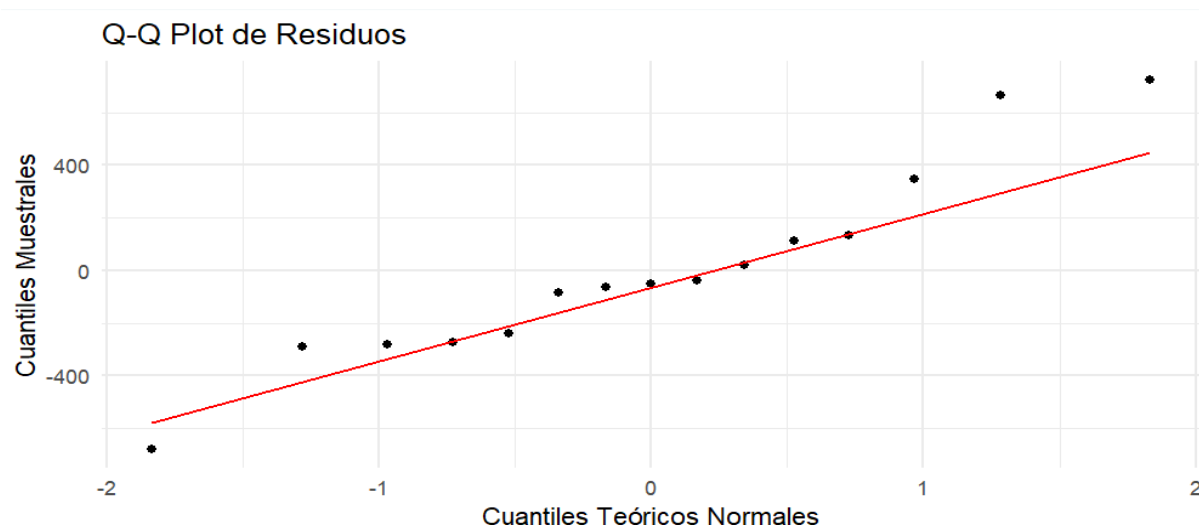


Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

El Histograma de Residuos muestra una distribución que, si bien es irregular debido al tamaño de la muestra ($N=15$), concentra la mayoría de los residuos alrededor de cero.

Figura 20

Gráfico Q-Q Plot de residuos del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

El Q-Q Plot de Residuos revela que la mayoría de los puntos se alinean razonablemente bien con la línea diagonal teórica, aunque se observan algunas desviaciones en los extremos, indicando posibles colas ligeramente más pesadas de lo esperado en una distribución normal perfecta.

Figura 21

Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk para el modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año

```
Shapiro-wilk normality test
data:  residuos
W = 0.93597, p-value = 0.3344
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

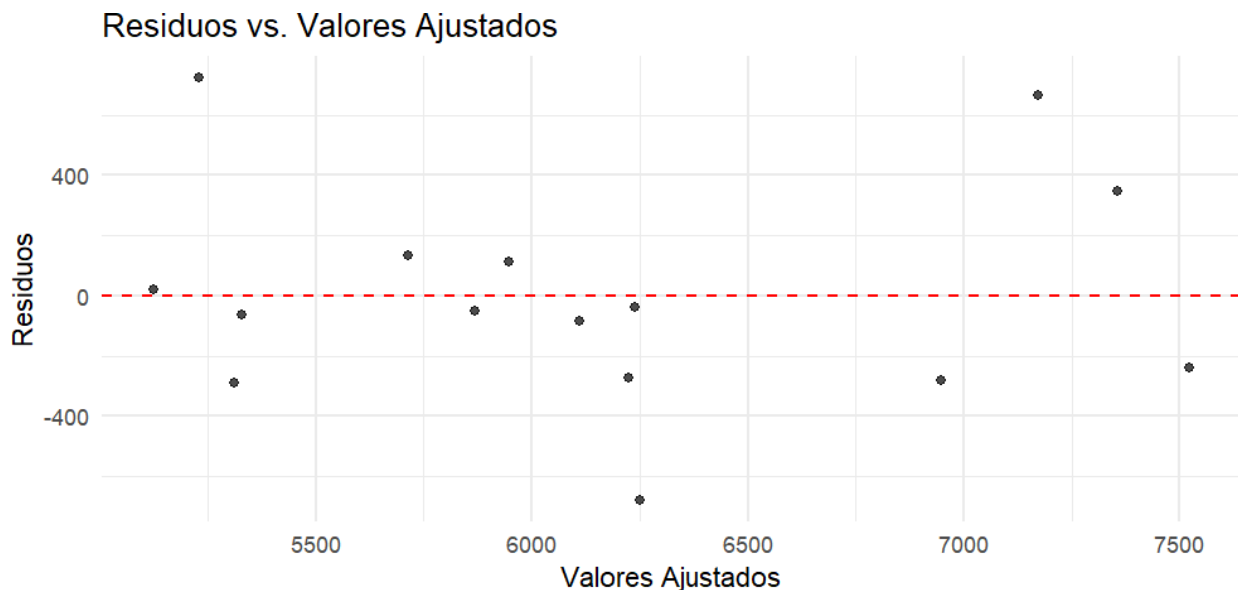
Análisis Estadístico: La prueba de Shapiro-Wilk para la normalidad de los residuos arrojó un estadístico W de 0.93597 y un p -valor de 0.3344. Dado que el p -valor es significativamente mayor que el nivel de significancia de 0.05, no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula de normalidad de los residuos. Por lo tanto, el supuesto de normalidad se considera adecuadamente cumplido.

Homocedasticidad

El supuesto de homocedasticidad implica que la varianza de los residuos debe ser constante para todos los niveles de las variables predictoras. Su incumplimiento (heterocedasticidad) afecta la eficiencia de los estimadores y la validez de los errores estándar.

Figura 22

Gráfico de residuos versus valores ajustados del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La figura 22 de Residuos vs. Valores Ajustados no muestra ningún patrón sistemático (como un embudo o cono), la dispersión de los puntos parece aleatoria y uniforme alrededor de la línea horizontal en cero.

Figura 23

Resultados del test de homocedasticidad Breusch-Pagan para el modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año

```
studentized Breusch-Pagan test
data:  RegrMult6
BP = 3.6681, df = 3, p-value = 0.2996
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La prueba de Breusch-Pagan para la homocedasticidad resultó en un estadístico BP de 3.6681 con 3 grados de libertad, y un p-valor de 0.2996. Al ser el p-valor mayor que 0.05, no se

encuentra evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. En consecuencia, se considera que el supuesto de varianza constante de los residuos se cumple.

Figura 24

Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) del modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año

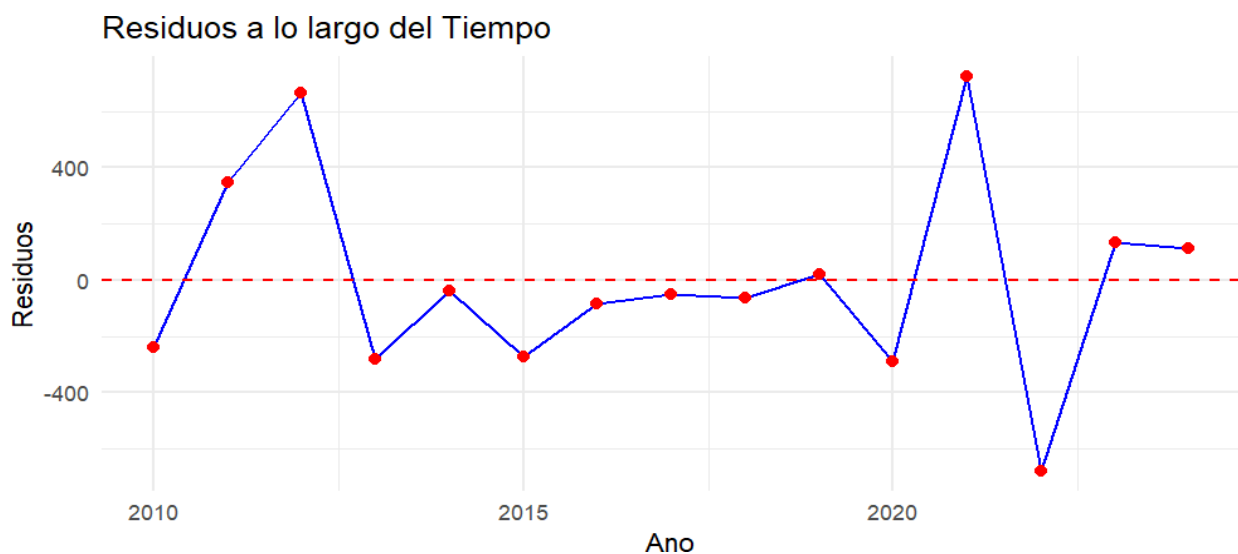
```
> vif_values
  PIB_per_capita      Pandemia Arancel_promedio
      1.101669          2.136574          2.210730
> |
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

Los Factores de Inflación de la Varianza (VIF) fueron calculados para cada variable predictora. Dado que todos los valores VIF son significativamente menores que el umbral comúnmente aceptado de 5 (o incluso 10), se concluye que no existe un problema significativo de multicolinealidad entre las variables predictoras en el modelo.

Figura 25

Gráfico de residuos a lo largo del tiempo del modelo de regresión para matrícula de mujeres de primer año



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La figura 25 de Residuos a lo largo del Tiempo muestra algunas "rachas" de residuos positivos y negativos, lo que podría sugerir la presencia de autocorrelación. La autocorrelación, o correlación serial de los residuos, es una preocupación particular en datos de series de tiempo, ya que viola el supuesto de independencia de los errores y puede llevar a errores estándar subestimados.

Figura 26

Resultados del test de Durbin-Watson para el modelo de regresión de matrícula de mujeres de primer año

```
Durbin-watson test

data: RegrMult6
DW = 2.779, p-value = 0.8558
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La prueba de Durbin-Watson arrojó un estadístico de $DW = 2.779$. Un valor cercano a 2.0 indica ausencia de autocorrelación; valores significativamente por debajo de 2 sugieren autocorrelación positiva, y valores significativamente por encima de 2 (como en este caso, cercano a 3) sugieren autocorrelación negativa, sin embargo, se encuentra dentro de los márgenes para inferir que no existe autocorrelación significativa. El p-valor para la hipótesis alternativa de autocorrelación positiva es 0.8558.

10.2.3 Resumen General del Modelo Matrícula de Mujeres de Primer Año

El modelo de regresión lineal desarrollado para explicar la variación en la matrícula femenina de primer año demuestra ser estadísticamente robusto y adecuadamente especificado. Con un R-cuadrado ajustado de 0.7711, se confirma que el modelo es capaz de explicar aproximadamente un 77,1% de la variabilidad observada en la matrícula femenina anual, lo que representa un poder explicativo considerable.

Los coeficientes estimados revelan relaciones significativas entre las variables independientes y la matrícula. El arancel promedio presenta un efecto negativo altamente significativo ($p < 0.001$), confirmando que mayores costos de acceso reducen la participación femenina en la educación superior. El PIB per cápita, por su parte, muestra una relación positiva y estadísticamente significativa ($p < 0.05$), lo que sugiere que el crecimiento económico nacional contribuye a una mayor incorporación de mujeres al sistema universitario. La variable pandemia, aunque solo marginalmente significativa ($p < 0.10$), también aporta evidencia de un efecto positivo, posiblemente asociado a estrategias de refugio educativo frente al contexto de crisis.

Desde el punto de vista del cumplimiento de los supuestos del modelo de regresión, los análisis diagnósticos respaldan la validez estadística de los resultados. La normalidad de los residuos fue confirmada mediante la prueba de Shapiro-Wilk ($p = 0.3344$), el cual no arrojó evidencia suficiente para rechazar la hipótesis de normalidad. En cuanto a la homocedasticidad, la prueba de Breusch-Pagan ($p = 0.2996$) indicó que no existe heterocedasticidad significativa en los residuos. Por otro lado, los valores VIF se mantuvieron por debajo de los umbrales críticos, descartando la presencia de multicolinealidad entre los predictores.

Finalmente, el estadístico Durbin-Watson ($DW = 2.779$) no arrojó señales preocupantes de autocorrelación de los errores, respaldado además por un p-valor de 0.8558 para la hipótesis de autocorrelación positiva. Aunque se detectaron ligeras rachas visuales en el gráfico de residuos a lo largo del tiempo, estas no comprometen la independencia estadística de los errores.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que el modelo estimado es estadísticamente sólido, presenta un ajuste adecuado a los datos observados y cumple con los principales supuestos del modelo clásico de regresión lineal. Por tanto, constituye una

herramienta válida para analizar y predecir el comportamiento de la matrícula femenina de primer año en función de factores económicos y contextuales clave.

10.3 Evaluación Global del Modelo Universidades CRUCH de Primer Año

Finalmente, con el tercer modelo también se procedió a la etapa de validación estadística. Al igual que en los modelos anteriores, se aplicaron pruebas para evaluar la consistencia interna y el cumplimiento de los supuestos de la regresión lineal múltiple, considerando la significancia global del modelo, el R^2 ajustado, la relevancia estadística de cada coeficiente y la ausencia de problemas críticos de multicolinealidad, heterocedasticidad o autocorrelación de residuos.

Este modelo se enfoca exclusivamente en la matrícula de primer año en universidades pertenecientes al CRUCH, un segmento relevante dentro del sistema de educación superior chileno debido a su carácter público y su alta selectividad académica. Analizar este grupo permite aislar el efecto de políticas de financiamiento y condiciones económicas que pueden incidir de manera particular en la demanda por este tipo de instituciones.

La elección de variables se sustenta tanto en criterios teóricos como empíricos:

Arancel promedio: representa el costo directo de estudiar en universidades del CRUCH, siendo un factor que puede influir en la decisión de matrícula.

Gratuidad (variable dummy): capta el efecto de la implementación de esta política pública sobre la matrícula, al eliminar o reducir barreras económicas de acceso.

Sueldo mínimo: actúa como indicador de la capacidad adquisitiva y del contexto económico general, pudiendo influir en la posibilidad de financiar estudios o en la necesidad de incorporarse al mercado laboral.

La especificación del modelo es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \textit{Matrícula Universidades CRUCH}_{\textit{primer año}} \\ & = \beta_0 + \beta_1 \textit{Arancel}_{\textit{promedio}} + \beta_2 \textit{Gratuidad} + \beta_3 \textit{Sueldo}_{\textit{Mínimo}} + \epsilon \end{aligned}$$

Este modelo fue preferido sobre las demás especificaciones porque combina un alto poder explicativo con un número reducido de variables, todas con respaldo teórico y evidencia empírica. Además, se centra en un segmento institucional específico, lo que permite una interpretación más precisa de los resultados y evita la mezcla de efectos propios de universidades con características y políticas de financiamiento diferentes.

Tras correr este modelo de regresión en la plataforma R Studio, se obtuvo la siguiente salida computacional:

Figura 27

Salida computacional del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades

CRUCH.

```
Call:
lm(formula = Matricula_cruch ~ Salario_minimo + Gratuidad + Arancel_pr
  omedio,
  data = Data_enfermeria)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-143.132 -100.481  -4.445   74.511  189.702

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -3.003e+03  1.213e+03  -2.475  0.03083 *
Salario_minimo  1.206e-03  6.816e-04   1.769  0.10456
Gratuidad     -2.765e+02  1.346e+02  -2.054  0.06455 .
Arancel_promedio 1.034e-03  3.005e-04   3.441  0.00551 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 126 on 11 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.8873,    Adjusted R-squared:  0.8565
F-statistic: 28.86 on 3 and 11 DF,  p-value: 1.641e-05
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*. N = 15 observaciones. $p < .05$.

En la salida computacional se observa que la capacidad explicativa del modelo es notablemente alta, reflejada en un Coeficiente de Determinación R-cuadrado Múltiple de 0.8873, lo que indica que el 88.73% de la variabilidad en la matrícula de primer año en universidades CRUCH es explicada por las variables independientes incluidas: salario mínimo, gratuidad y arancel promedio. El R-cuadrado ajustado, que penaliza la inclusión de variables irrelevantes, alcanza un sólido valor de 0.8565, lo que confirma un ajuste adecuado del modelo.

La significancia global del modelo fue evaluada mediante el estadístico F, cuyo valor fue 28.86 con 3 y 11 grados de libertad, acompañado de un p-valor de 0.00001641. Este valor, al ser considerablemente menor que 0.05, permite rechazar la hipótesis nula de que todos los

coeficientes son simultáneamente iguales a cero, lo que indica que el modelo es estadísticamente significativo en su conjunto.

En relación con la precisión del modelo, el Error Estándar Residual fue de 126, lo que indica que, en promedio, las predicciones del modelo se desvían ± 126 unidades de la matrícula real observada. Este valor, bajo en comparación con la escala de la variable dependiente, sugiere un buen desempeño predictivo.

10.3.1 Interpretación de los Coeficientes Individuales del Modelo Universidades CRUCH de Primer Año

La fórmula del modelo con los coeficientes estimados es:

$$\begin{aligned} \text{Matrícula Universidades CRUCH}_{\text{primer año}} \\ = -3003 + 0.0010342\text{Arancel}_{\text{promedio}} - 2765\text{Gratuidad} + 0.001206\text{Salario}_{\text{Mínimo}} + \\ \epsilon \end{aligned}$$

El valor estimado del intercepto es -3003 ($p = 0.03083$). Este coeficiente representa el valor de matrícula CRUCH de primer año en un escenario hipotético en el que el salario mínimo, la gratuidad y el arancel promedio fueran igual a cero. Aunque este escenario no es realista, el intercepto actúa como un punto de referencia en la construcción del modelo.

El coeficiente estimado para el salario mínimo es 0.001206 ($p = 0.10456$), lo que sugiere que, manteniendo constantes las demás variables, un aumento de un peso en el salario mínimo se asocia con un incremento promedio de 0.001206 estudiantes matriculados en universidades CRUCH. Aunque el efecto es positivo, su significancia estadística es marginal, ya que el p-valor supera el umbral del 10%, por lo que no se puede afirmar con total certeza que el salario mínimo tenga un impacto significativo en la matrícula.

En cuanto a la variable Gratuidad (dummy), su coeficiente es -276.5 ($p = 0.06455$). Este resultado indica que, en promedio, la implementación de la gratuidad se asocia con una disminución de 276.5 estudiantes en la matrícula CRUCH, manteniendo constantes las demás variables. Este efecto es significativo al 10%, lo que sugiere una relación estadísticamente débil, pero que podría ser relevante desde una perspectiva interpretativa. Una posible explicación es que, tras la gratuidad, una parte del alumnado que tradicionalmente se matriculaba en universidades CRUCH haya optado por instituciones privadas también adheridas a este beneficio.

Por último, el coeficiente del arancel promedio es 0.001034 ($p = 0.00551$), siendo este resultado estadísticamente significativo al 1%. El signo positivo indica que, manteniendo las demás variables constantes, un aumento de un peso en el arancel promedio se asocia con un incremento de 0.001034 estudiantes en la matrícula CRUCH. Aunque este resultado puede parecer contraintuitivo, podría estar relacionado con una percepción de mayor calidad en las instituciones cuyos aranceles son más elevados, o bien con un efecto rezagado de decisiones institucionales sobre los precios.

10.3.2 Diagnóstico y Validación del Modelo Matrícula de Universidades CRUCH de Primer Año

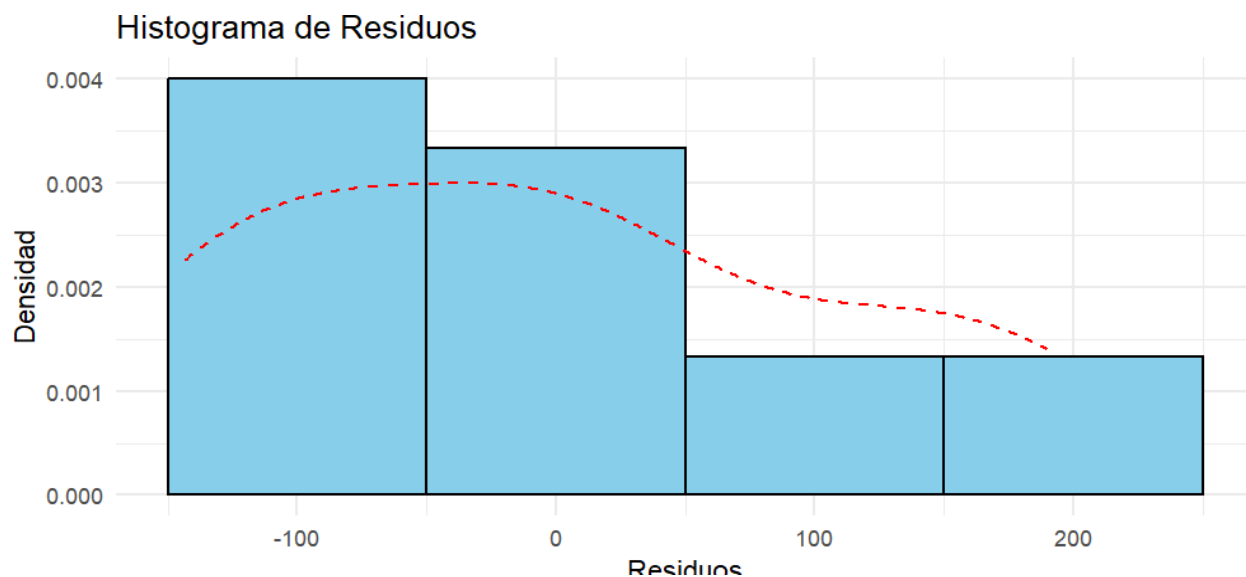
Para garantizar la validez y fiabilidad de las inferencias derivadas del modelo de regresión lineal, se procedió a verificar el cumplimiento de los supuestos subyacentes del Modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Normalidad de los Residuos

El supuesto de normalidad de los residuos es crucial para la validez de las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza, especialmente en muestras de tamaño reducido.

Figura 28

Histograma de residuos del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH

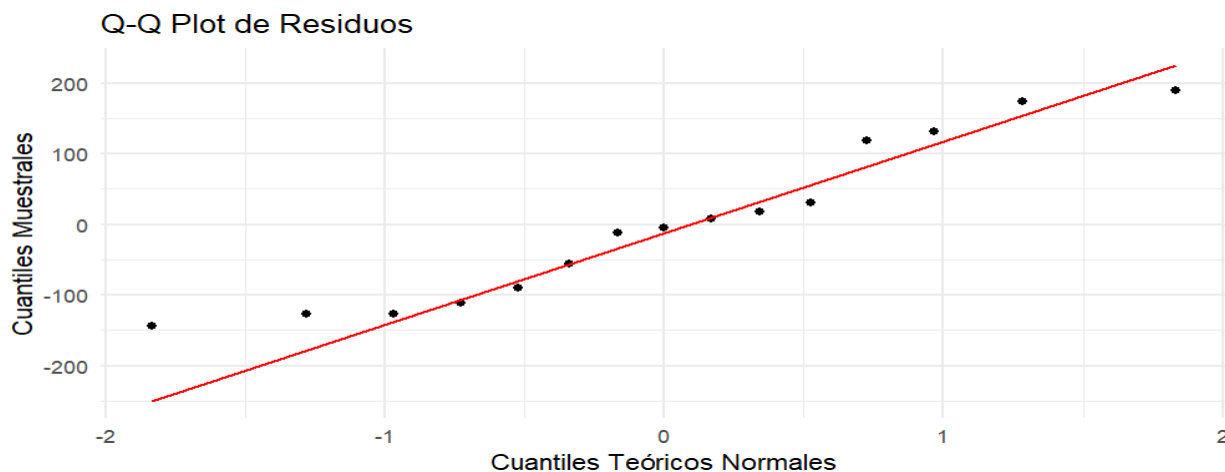


Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

El Histograma de Residuos muestra que la mayoría de los residuos se agrupan en torno a valores negativos y cercanos a cero, con una leve asimetría hacia la derecha. La curva roja punteada representa una densidad estimada suavizada. Esta sugiere una ligera desviación respecto a la forma simétrica típica de una distribución normal, mostrando una cola más extendida en los residuos positivos (hacia la derecha). No obstante, la concentración central sigue siendo evidente, lo cual es un buen indicio.

Figura 29

Gráfico Q-Q Plot de residuos del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

El Q-Q Plot de Residuos revela que la mayoría de los puntos se alinean adecuadamente con la línea roja, lo que indica una distribución aproximadamente normal de los residuos. Se observan ligeras desviaciones en los extremos (colas), particularmente en los valores residuales más bajos y altos, pero estas no parecen ser graves ni sistemáticas. En general, la alineación es aceptable, sobre todo considerando el tamaño de la muestra, lo que sugiere que el supuesto de normalidad se cumple razonablemente bien.

Figura 30

Resultados del test de normalidad Shapiro-Wilk para el modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH.

Shapiro-wilk normality test

```
data: residuos
W = 0.92289, p-value = 0.2132
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

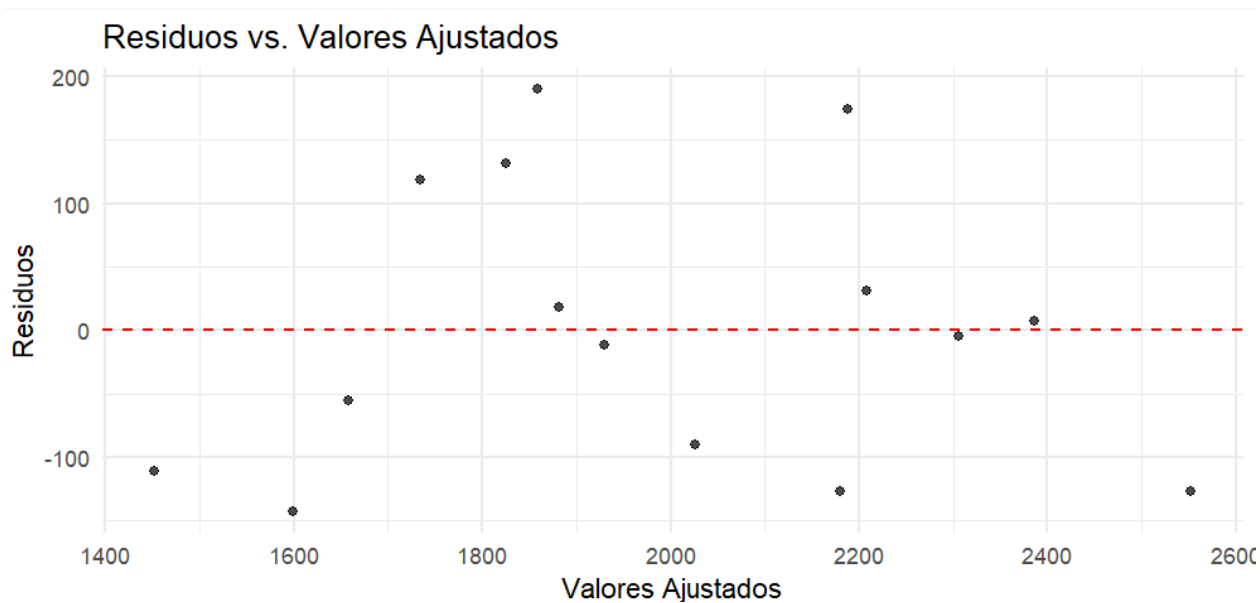
Finalmente, la prueba de Shapiro-Wilk arrojó un estadístico $W = 0.92289$ y un p-valor = 0.2132. Dado que el p-valor es mayor al nivel de significancia habitual de 0.05, no se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los residuos. Por lo tanto, se concluye que el supuesto de normalidad se cumple adecuadamente.

Homocedasticidad

El supuesto de homocedasticidad implica que la varianza de los residuos debe ser constante para todos los niveles de las variables predictoras. Su incumplimiento (heterocedasticidad) afecta la eficiencia de los estimadores y la validez de los errores estándar.

Figura 31

Gráfico de residuos versus valores ajustados del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La figura 31 de Residuos vs. Valores Ajustados no muestra ningún patrón sistemático (como un embudo o cono), la dispersión de los puntos parece aleatoria y uniforme alrededor de la línea horizontal en cero.

Figura 32

Resultados del test de homocedasticidad Breusch-Pagan para el modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH

```
studentized Breusch-Pagan test

data:  RegrMult9
BP = 1.1871, df = 3, p-value = 0.7561
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La prueba de Breusch-Pagan para la homocedasticidad resultó en un estadístico BP de 1.1871 con 3 grados de libertad, y un p-valor de 0.7561. Al ser el p-valor mayor que 0.05, no se encuentra evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. En consecuencia, se considera que el supuesto de varianza constante de los residuos se cumple.

Figura 33

Tabla de análisis de la varianza (ANOVA) del modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH

```
> vif_values
  Salario_minimo      Gratuidad Arancel_promedio
           4.041795           4.106690           7.480294
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

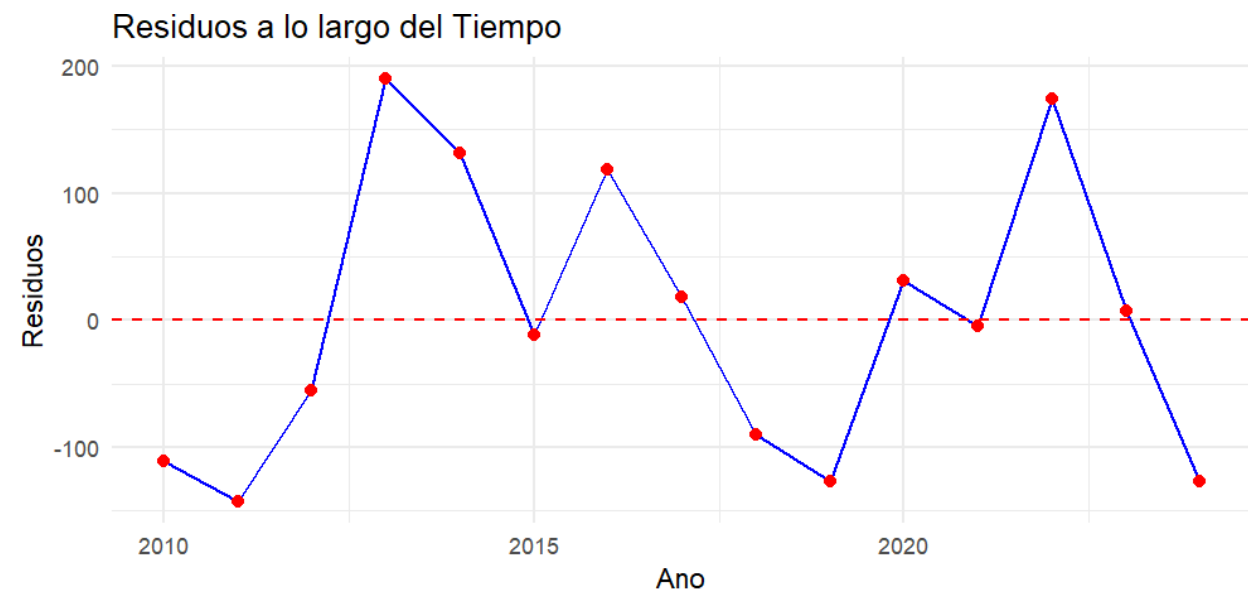
En base al análisis de Varianza, se puede apreciar que dos de las variables (salario mínimo y gratuidad) presentan valores menores al umbral comúnmente aceptado de 5, lo cual indica que no existe evidencia de multicolinealidad problemática en dichos casos.

Por su parte, el arancel promedio presenta un VIF de 7.48, valor que, si bien es más elevado, sigue estando dentro del rango tolerable (inferior a 10). Esto sugiere que no hay una colinealidad severa, aunque se recomienda precaución al interpretar su efecto, ya que su relación con otras variables podría estar afectando la precisión de su estimación.

En conjunto, los resultados indican que la multicolinealidad no representa un problema crítico en el modelo y los coeficientes estimados pueden ser interpretados de manera confiable.

Figura 34

Gráfico de residuos a lo largo del tiempo del modelo de regresión para matrícula de primer año en universidades CRUCH



Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

La figura 34 de Residuos a lo largo del Tiempo muestra algunas "rachas" de residuos positivos y negativos, lo que podría sugerir la presencia de autocorrelación. La autocorrelación, o correlación serial de los residuos, es una preocupación particular en datos de series de tiempo, ya que viola el supuesto de independencia de los errores y puede llevar a errores estándar subestimados.

Figura 35

Resultados del test de Durbin-Watson para el modelo de regresión de matrícula de primer año en universidades CRUCH

```
Durbin-Watson test

data:  RegrMult9
DW = 1.3491, p-value = 0.01557
alternative hypothesis: true autocorrelation is greater than 0
```

Nota. Fuente: Elaboración propia y salida de *RStudio*.

En este caso, el test arrojó un estadístico $DW = 1.3491$ con un p-valor = 0.01557, lo cual permite rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación con un nivel de significancia del 5%. Esto implica que existe evidencia de autocorrelación positiva en los residuos del modelo.

No obstante, si bien el valor de DW se acerca al límite inferior (1), aún se encuentra dentro del rango general aceptable entre 1 y 3, por lo que no puede afirmarse que exista una autocorrelación severa o crítica. Sin embargo, este hallazgo debe ser considerado con precaución, ya que la autocorrelación afecta directamente a la eficiencia de los estimadores y podría subestimar los errores estándar.

10.3.3 Resumen General del Modelo Matrícula Universidades CRUCH de Primer Año

El modelo de regresión lineal que busca explicar la matrícula de estudiantes de primer año en universidades CRUCH en la carrera de Enfermería presenta un sólido desempeño estadístico y explicativo.

El coeficiente de determinación R^2 múltiple alcanzó un valor de 0.8873, lo que indica que aproximadamente el 88.73% de la variabilidad en la matrícula es explicada por las variables: arancel promedio, gratuidad y salario mínimo. El R^2 ajustado también resulta alto (0.8565), lo que reafirma la buena capacidad predictiva del modelo, incluso al considerar la penalización por el número de predictores incluidos.

La significancia global del modelo fue confirmada mediante el estadístico F ($F = 28.86$, $p < 0.001$), lo cual permite rechazar la hipótesis nula de que los coeficientes sean simultáneamente iguales a cero. Esto valida la relevancia global del modelo.

El error estándar residual fue de 126 estudiantes, lo que implica que, en promedio, las predicciones del modelo se desvían en ± 126 alumnos respecto a los valores observados, valor que se considera razonablemente bajo dada la escala de la variable dependiente.

Desde el punto de vista del diagnóstico de supuestos, se puede concluir lo siguiente:

Normalidad de los residuos: El histograma de residuos y el gráfico Q-Q plot muestran una distribución aproximadamente simétrica y alineada con la normal teórica, con leves desviaciones en las colas. Además, el test de Shapiro-Wilk ($W = 0.92289$, $p = 0.2132$) no detecta violaciones significativas a la normalidad, confirmando este supuesto.

Homocedasticidad: El gráfico de residuos vs. valores ajustados no presenta patrones claros, y el test de Breusch-Pagan ($p = 0.7561$) no sugiere evidencia de heterocedasticidad. Por tanto, se asume que la varianza de los errores es constante.

Multicolinealidad: Dos variables (salario mínimo y gratuidad) presentan $VIF < 5$, lo cual está dentro del rango aceptable. En tanto, el arancel promedio alcanza un VIF de 7.48, que, aunque elevado, no supera el umbral crítico de 10, por lo que no representa un problema severo.

Autocorrelación: El test de Durbin-Watson arrojó un valor $DW = 1.3491$ con $p = 0.01557$, lo que indica presencia de autocorrelación positiva en los residuos. Aunque este valor se encuentra dentro del rango general aceptable (entre 1 y 3), su cercanía al extremo inferior sugiere que se debe tomar con precaución. La autocorrelación puede afectar la eficiencia de los estimadores y subestimar los errores estándar, por lo que este aspecto debe considerarse al interpretar los resultados.

Con el fin de evaluar la capacidad explicativa y la significancia estadística de los modelos desarrollados, se presenta a continuación una comparación del coeficiente de determinación ajustado (R^2 ajustado) y del valor p global para cada una de las tres regresiones propuestas. Esta comparación permite identificar qué modelo presenta un mejor ajuste a los datos y una mayor robustez estadística, lo que resulta relevante para determinar la ecuación más adecuada para interpretar la relación entre las variables estudiadas.

Tabla 8

Comparación de los modelos de regresión más significativos según criterios estadísticos

Modelo	R^2 ajustado	p-valor global
Modelo Matrícula primer año	0.7557	0.000295
Modelo Matrícula mujeres primer año	0.7711	0.0002072
Modelo Matrícula CRUCH primer año	0.8565	0.00001641

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 8 se observa que el Modelo Matrícula CRUCH primer año, que considera como variable dependiente la matrícula de estudiantes de primer año en universidades pertenecientes al CRUCH, presenta el R^2 ajustado más alto (0.8565), lo que indica una mayor proporción de variabilidad explicada respecto a los demás modelos. Asimismo, su valor p global (0.00001641) confirma que el modelo es estadísticamente significativo a un nivel de confianza del 95 %. Por su parte, los Modelos 1 y 2 también muestran niveles adecuados de ajuste 0.7557 y 0.7711 respectivamente y valores p globales altamente significativos, lo que respalda su validez estadística.

Capítulo 11. Respuesta a la Hipótesis

En este capítulo se presentan los resultados de la contrastación de la hipótesis principal, junto con el análisis estadístico de los modelos construidos y la discusión interpretativa de los hallazgos. La hipótesis central sostenía que la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile, durante el período 2010–2024, estaría significativamente influenciada por variables macroeconómicas y contextuales.

11.1 Contrastación de Hipótesis

La hipótesis fue evaluada mediante la construcción de tres modelos de regresión lineal múltiple, los cuales incorporaron distintas combinaciones de variables como arancel promedio, gratuidad, salario mínimo, PIB per cápita y la pandemia. A pesar de la limitación del tamaño muestral (15 observaciones anuales), los modelos entregaron evidencia estadística sólida para rechazar la hipótesis nula.

En conjunto, los valores de R^2 ajustado oscilaron entre 0.75 y 0.85, confirmando un nivel de explicación adecuado del fenómeno. Asimismo, el estadístico F fue altamente significativo en todos los casos ($p < 0.001$), lo que valida la consistencia global de los modelos y respalda la aceptación de la hipótesis alternativa.

11.2 Análisis y Verificación Estadístico

El análisis de los coeficientes permitió identificar que dos variables resultaron sistemáticamente significativas: el arancel promedio y el PIB per cápita.

El arancel promedio mostró un efecto negativo sobre la matrícula, lo que confirma que los costos asociados a la educación representan una barrera de acceso importante para los estudiantes.

El PIB per cápita presentó una relación positiva, reflejando que una mayor estabilidad económica nacional se traduce en un incremento en el acceso a la educación superior, especialmente en áreas estratégicas como la salud.

La variable pandemia exhibió efectos mixtos. Aunque visibilizó la relevancia de la profesión de Enfermería en el contexto sanitario, también introdujo incertidumbre económica y vocacional, lo que atenuó su influencia sobre la matrícula.

11.3 Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos permiten afirmar que la matrícula en la carrera de Enfermería en Chile no responde a fluctuaciones aleatorias, sino que está fuertemente determinada por factores económicos y sociales de carácter estructural. En particular, el costo de arancel se confirma como una barrera crítica de acceso, hallazgo consistente con lo planteado por autores como Salazar y Leihy (2013), quienes identifican en los costos de educación superior un determinante central en la inequidad de acceso. En este sentido, los elevados aranceles observados en la última década refuerzan la necesidad de políticas de financiamiento más inclusivas, aspecto también discutido en la literatura sobre equidad educativa en Chile (Brunner & Ganga, 2016).

Asimismo, la influencia positiva del PIB per cápita sobre la matrícula valida la relación entre bienestar económico y decisiones educativas. De acuerdo con Bellei (2015), los períodos de mayor dinamismo económico se han traducido en un incremento en la demanda por carreras universitarias con alta empleabilidad, entre ellas Enfermería. Este estudio reafirma dicha premisa, mostrando que las familias y estudiantes tienden a invertir en programas de salud cuando el contexto económico es favorable, pues estos se perciben como una vía de movilidad social y estabilidad laboral.

En cuanto a los eventos sociales y sanitarios, la pandemia de COVID-19, aunque no concluyente en términos estadísticos en este modelo, evidencia cómo fenómenos disruptivos pueden alterar temporal o estructuralmente las percepciones sociales sobre determinadas profesiones. Esto se vincula con lo planteado por Loyola et al. (2021), quienes documentan un aumento del interés vocacional hacia las carreras de salud durante la crisis sanitaria, impulsado por la visibilidad del rol de los profesionales de Enfermería en la primera línea de atención. De

manera similar, estudios internacionales (WHO, 2021) destacan que las pandemias suelen revalorizar el papel de las profesiones sanitarias, lo cual podría generar efectos diferidos o no captados completamente en la presente investigación.

Por otro lado, el análisis de variables contextuales como el movimiento feminista y el estallido social sugiere que los cambios culturales y políticos recientes han incidido en la elección de esta carrera. El movimiento feminista, al promover la igualdad de género y revalorizar profesiones altamente feminizadas, se vincula con la literatura de Colther (2022), quien sostiene que las transformaciones culturales han fortalecido la legitimidad social de la Enfermería como espacio de desarrollo profesional. En cuanto al estallido social de 2019, si bien su efecto estadístico no resulta significativo en este estudio, se alinea con el planteamiento de Araujo (2018), quien señala que eventos de crisis pueden modificar las expectativas futuras y las decisiones de los jóvenes respecto a la educación y el trabajo.

En síntesis, los hallazgos de este estudio no solo corroboran lo señalado en la literatura nacional e internacional respecto a la influencia de factores económicos (PIB, aranceles) en la demanda por educación superior, sino que también aportan evidencia empírica al debate sobre el rol de fenómenos sociales disruptivos en la configuración de las trayectorias educativas. La incorporación de variables como pandemia, movimiento feminista y estallido social en modelos econométricos permite avanzar en la comprensión de cómo las decisiones de matrícula en Enfermería no son únicamente una respuesta a incentivos económicos, sino también a transformaciones culturales y sociales más amplias.

Finalmente, este análisis abre una línea de investigación futura respecto al impacto de crisis sanitarias, movimientos sociales y cambios culturales en la elección vocacional, aspecto poco explorado en la literatura previa. En particular, se plantea la necesidad de estudios longitudinales que permitan identificar efectos de mediano y largo plazo de estas variables en la matrícula de carreras del área de la salud.

Capítulo 12. Síntesis de los Modelos y Recomendaciones

12.1 Síntesis de los Modelos

El proceso de modelación estadística realizado a lo largo de esta investigación permitió depurar y contrastar distintos enfoques de regresión lineal múltiple para explicar la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en Chile durante el período 2010–2024. Más allá de los resultados específicos de cada modelo, este ejercicio evidenció la relevancia de incorporar variables macroeconómicas y contextuales al análisis, descartando así la idea de que la matrícula universitaria pueda entenderse como un fenómeno meramente azaroso.

Un aspecto metodológico central fue la verificación de los supuestos del Modelo Lineal General. Los tres modelos finales cumplieron con la mayoría de los criterios de validez estadística: normalidad de los residuos, homocedasticidad y ausencia crítica de multicolinealidad. Solo en el modelo que consideró específicamente a las universidades del CRUCH se identificó una ligera autocorrelación positiva, aunque dentro de márgenes tolerables que no afectan de manera sustancial la interpretación de los resultados. Este elemento metodológico fortalece la confianza en la robustez de los hallazgos obtenidos.

En conjunto, los modelos confirmaron la importancia del arancel promedio como una barrera estructural al acceso, así como el efecto positivo del PIB per cápita en la decisión de ingreso a la educación superior. Estas evidencias permiten concluir que el acceso a la carrera de Enfermería se encuentra fuertemente condicionado por la situación económica del país y por la capacidad de los estudiantes de solventar los costos asociados a la educación.

12.2 Recomendaciones de Políticas Públicas

En base a los hallazgos de este estudio, se proponen las siguientes líneas de acción orientadas a fortalecer el acceso y la permanencia en la carrera de Enfermería en Chile:

Creación de la beca “Enfermería País” con compromiso de servicio: Se recomienda implementar una beca nacional que financie el arancel y los costos de mantención de estudiantes de Enfermería pertenecientes a los deciles socioeconómicos más bajos. Esta beca estaría condicionada a un compromiso de servicio en el sistema público de salud (particularmente en Atención Primaria o zonas con déficit de personal) durante un período definido tras la titulación. La iniciativa podría ser coordinada entre el Ministerio de Educación y el Ministerio de Salud, asegurando así tanto la equidad en el acceso a la formación como la cobertura de necesidades críticas de personal en el país.

Regulación de aranceles y mayor transparencia en los costos educativos: Se propone la fijación de un arancel de referencia específico para la carrera de Enfermería, acompañado de la obligación para las instituciones de educación superior de publicar el costo total de estudio, incluyendo aranceles y gastos indirectos. Esta medida, a cargo de la Superintendencia de Educación Superior y el Consejo Nacional de Educación, busca disminuir las asimetrías de información, moderar el alza desproporcionada de precios y permitir que las familias tomen decisiones más informadas.

Ampliación de la gratuidad con apoyo para costos indirectos: La gratuidad ha demostrado ser un factor clave para reducir barreras de acceso, sin embargo, los estudiantes de regiones extremas o de bajos ingresos enfrentan dificultades asociadas a manutención, residencia y transporte. Por ello, se recomienda ampliar la gratuidad con un componente complementario que cubra dichos gastos, implementado en coordinación con JUNAEB y los Gobiernos Regionales. Esta ampliación permitiría no solo ingresar, sino también mantenerse en la educación superior.

Implementación de un crédito contingente al ingreso (CCI) con condonación parcial: Se sugiere pilotear un nuevo instrumento de financiamiento estudiantil basado en un crédito contingente al ingreso, con tasa real cero y cobranzas automáticas vía el Servicio de Impuestos Internos. Este modelo incorporaría un mecanismo de condonación parcial de la deuda en caso de que el profesional cumpla con un período de servicio en zonas rurales o con déficit de personal de salud. El diseño debería estar a cargo del Ministerio de Hacienda y el Mineduc, con el objetivo de ofrecer un sistema más justo, sostenible y alineado con el aporte social de la carrera.

Creación de un Observatorio Nacional de Recursos Humanos en Salud: Se propone la creación de un observatorio interinstitucional que integre datos del Ministerio de Salud, la Subsecretaría de Educación Superior y el Consejo Nacional de Educación, con el fin de proyectar anualmente la oferta y demanda de enfermeras/os en el país. Este instrumento permitiría orientar de manera más eficiente los cupos de matrícula, las becas de financiamiento y las políticas de incentivos regionales, asegurando la coherencia entre formación académica y necesidades reales del sistema de salud.

12.3 Recomendaciones para Estudios Posteriores

A partir del desarrollo y análisis del presente trabajo, se identifican una serie de aspectos que pueden ser mejorados o ampliados en investigaciones posteriores que aborden fenómenos similares:

- Ampliar el número de observaciones: Aunque el estudio abarcó un periodo de 15 años (2010–2024), la naturaleza de los datos anuales limita el número total de observaciones disponibles a solo 15, lo que puede afectar la potencia estadística de los modelos y la robustez de algunas pruebas inferenciales. Se recomienda considerar otras unidades de análisis que permitan aumentar el tamaño muestral, como desagregar por región, institución, semestre o género, lo cual enriquecería la variabilidad de los datos y fortalecería los modelos econométricos

- Explorar modelos dinámicos o series de tiempo: Dada la estructura temporal de los datos, futuras investigaciones podrían beneficiarse de la aplicación de modelos de series de tiempo (como ARIMA, modelos autorregresivos o de corrección de errores) para captar de forma más precisa la dependencia temporal entre observaciones y la persistencia de ciertos efectos económicos.
- Incorporar variables adicionales: Algunos factores potencialmente relevantes, como la cantidad de egresados de enseñanza media, cobertura geográfica de la oferta universitaria, o niveles de desempleo juvenil específico, no fueron incluidos en este análisis debido a la alta colinealidad o falta de datos consistentes. Su incorporación en futuros estudios permitiría obtener una mirada más completa del fenómeno.
- Profundizar en el análisis por tipo de institución y por género: Si bien este trabajo separó parcialmente la matrícula por universidades CRUCH y privadas, y abordó diferencias de género en algunos modelos, una investigación más enfocada en estas dimensiones podría revelar dinámicas diferenciadas importantes que complementen la visión general obtenida aquí.
- Complementar el análisis cuantitativo con enfoques cualitativos: La inclusión de entrevistas, encuestas o estudios de caso permitiría comprender mejor las motivaciones, percepciones y barreras experimentadas por los estudiantes al momento de decidir su ingreso a la educación superior, especialmente en contextos críticos como la pandemia o en relación con políticas como la gratuidad.
- Verificar y replicar el modelo con datos más recientes: En la medida en que nuevos datos estén disponibles (por ejemplo, cifras de matrícula 2025 en adelante), se recomienda replicar los modelos para verificar si las tendencias observadas se mantienen, se debilitan o se revierten en contextos económicos y sociales diferentes.

Capítulo 13. Conclusión

El presente estudio tuvo como objetivo principal analizar cómo diversos factores macroeconómicos y contextuales han influido en la matrícula de primer año en la carrera de Enfermería en universidades del CRUCH, a lo largo del período 2010–2024. Para ello, se diseñó una estrategia metodológica que integró un análisis descriptivo inicial del fenómeno y, posteriormente, la estimación y evaluación de modelos de regresión múltiple. La combinación de estas estrategias permitió no solo identificar patrones generales en la evolución de la matrícula, sino también aislar y cuantificar el impacto de variables clave como el arancel promedio, el PIB per cápita, el salario mínimo y eventos contextuales como la pandemia y la implementación de la gratuidad.

Desde el punto de vista descriptivo, los gráficos exploratorios revelaron una tendencia ascendente moderada en la matrícula de primer año en universidades CRUCH, con ciertos puntos de inflexión notables, como el aumento durante los años de pandemia. También se evidenciaron diferencias relevantes entre la matrícula total y la matrícula femenina, lo que permitió justificar un enfoque más específico y segmentado en los modelos posteriores. Asimismo, se observó que, si bien la carrera de Enfermería mantiene una demanda estable en el tiempo, esta se ve influida por elementos estructurales del contexto país más que por factores aleatorios.

Los tres modelos econométricos estimados ofrecieron información valiosa y complementaria sobre los determinantes de la matrícula universitaria. En particular, los modelos mostraron una alta capacidad explicativa (R^2 ajustado entre 0.75 y 0.85), lo que sugiere que la matrícula responde de forma significativa a los cambios en las variables seleccionadas.

En el primer modelo, donde se estudió la matrícula total de primer año, se confirmó una relación inversa entre el arancel promedio y la cantidad de estudiantes matriculados. Esta

relación evidencia que el costo económico de ingresar a la educación superior sigue siendo una barrera real para muchas personas, y su efecto es particularmente robusto. Por otro lado, el PIB per cápita mostró una relación positiva y significativa, lo que refuerza la idea de que el bienestar económico nacional se traduce en una mayor capacidad y decisión de los hogares para invertir en educación. La variable pandemia, si bien solo marginalmente significativa, sugiere un posible efecto de “refugio académico”, en el cual el contexto de crisis sanitaria llevó a muchos jóvenes a optar por continuar sus estudios.

El segundo modelo, centrado en la matrícula de mujeres, reafirma muchas de estas conclusiones, pero con matices importantes. El efecto del arancel promedio es aún más notorio en este grupo, lo cual permite interpretar que las barreras económicas afectan de forma desproporcionada a las mujeres, posiblemente por brechas estructurales de ingreso en sus hogares o por menor capital disponible para financiar estudios. A su vez, la pandemia mostró un impacto positivo más pronunciado, lo que podría deberse a un reforzamiento del valor social y simbólico de la carrera de Enfermería durante la emergencia sanitaria, especialmente entre mujeres. Esto sugiere una dimensión vocacional fuertemente influida por el contexto.

El tercer modelo, el más completo, incluyó variables como sueldo mínimo y gratuidad, además del arancel promedio. A diferencia de lo esperado, la gratuidad no presentó un efecto positivo significativo, sino más bien una leve relación negativa, lo cual podría explicarse por una redistribución de la matrícula hacia instituciones privadas también adheridas a esta política. El arancel promedio, en este modelo, mostró una relación positiva, en aparente contradicción con los modelos anteriores. Este resultado puede interpretarse como un reflejo de decisiones institucionales sobre calidad percibida: universidades con aranceles más altos podrían ser percibidas como más prestigiosas, atrayendo mayor demanda incluso si los costos son mayores.

Finalmente, aunque el salario mínimo no fue estadísticamente significativo, su signo positivo y su inclusión refuerzan la importancia de considerar el contexto laboral al estudiar decisiones educativas.

Desde una perspectiva más amplia, los resultados de esta tesis aportan evidencia concreta de que el acceso a la educación superior, particularmente a carreras estratégicas como Enfermería, no es un fenómeno meramente vocacional o demográfico. Por el contrario, está fuertemente determinado por el contexto económico nacional, los costos de estudiar, y políticas públicas que, si bien buscan corregir desigualdades, pueden tener efectos heterogéneos. El análisis permitió observar cómo eventos extraordinarios, como la pandemia, pueden alterar significativamente las tendencias históricas, y cómo el comportamiento de la matrícula puede responder tanto a incentivos económicos como a motivaciones simbólicas o sociales.

Es importante tener en consideración que los hallazgos obtenidos en este estudio no están exentos de limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, si bien el período analizado abarca 15 años, el número de observaciones efectivas sigue siendo limitado, lo que podría afectar la robustez estadística de los modelos y la generalización de sus conclusiones. Asimismo, la naturaleza agregada de los datos utilizados impide capturar dinámicas particulares dentro de cada institución, región o grupo socioeconómico, lo cual puede inducir sesgos de interpretación. Además, variables relevantes como la percepción social de la carrera, cambios curriculares o factores motivacionales individuales no pudieron ser incluidas por falta de información sistemática. Por estas razones, se recomienda que futuras investigaciones amplíen la base temporal o utilicen datos a nivel desagregado, incorporando encuestas o métodos cualitativos que complementen el enfoque cuantitativo aquí empleado. Estas mejoras permitirían no solo fortalecer la validez externa del análisis, sino también

profundizar en las causas específicas que subyacen a las decisiones de matrícula en carreras estratégicas como Enfermería.

En suma, esta investigación no solo valida empíricamente la hipótesis planteada, sino que también ofrece un marco interpretativo útil para futuras investigaciones sobre la relación entre economía y educación. Al identificar qué factores tienen mayor peso en la decisión de ingresar a la educación superior, especialmente en carreras del área de la salud, se entrega una herramienta de análisis que puede servir para entender dinámicas similares en otras disciplinas o contextos.

A diferencia de estudios previos centrados en tendencias generales de matrícula universitaria o en el análisis global de todas las carreras, esta investigación se focaliza específicamente en la carrera de Enfermería, incorporando no solo variables macroeconómicas clásicas como el PIB per cápita o el arancel promedio, sino también eventos sociales y sanitarios de alto impacto, tratados como variables dummy, lo que permite capturar con mayor precisión los cambios coyunturales en la demanda. Este enfoque, sumado a la segmentación por género y al análisis comparativo entre distintos modelos, constituye un aporte original que enriquece la comprensión del fenómeno y abre nuevas líneas de investigación. En contraste con trabajos anteriores que reportan efectos homogéneos de políticas como la gratuidad, los resultados aquí obtenidos evidencian que tales medidas pueden generar efectos diferenciados e incluso contrarios a los esperados según el segmento analizado. Además, es relevante señalar que, al menos en el contexto chileno, prácticamente no existe un estudio previo que aborde de forma tan específica la matrícula en Enfermería bajo un enfoque econométrico, lo que refuerza el carácter innovador y la relevancia de los hallazgos. Así, este estudio no solo confirma ciertas tendencias identificadas por la literatura, como la influencia positiva del ingreso en la demanda por educación superior, sino que también revela matices y comportamientos específicos que habían sido poco explorados.

Bibliografía

Artículos y libros

Álvarez-San Martín, R., Moll-Contreras, J. M., & Vargas-Santander, A. N. (2022). Competencias culturales en estudiantes de enfermería del sur de Chile. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 18(2), 329–346.

<https://doi.org/10.18004/riics.2022.diciembre.329>

Aválos, J., Flores, M., & Moena, B. (2017). Deserción de la carrera de enfermería, Universidad de Valparaíso. *Benessere Reviste de Enfermería*, 1(2), 29–35.

<https://doi.org/10.22370/bre.21.2017.1327>.

Buitrago Echeverri, M. T. (2007). Razones para estudiar enfermería y dudas sobre la profesión: Las voces de los/as estudiantes. *Aquichan*, 10(1), 276–288.

<https://www.redalyc.org/pdf/1452/145212853003.pdf>

Carrasco, E., Inzunza, L., Torres, R., & Paiva, S. (2019). De la enfermería chilena: Una revisión desde las fuentes. *Ciencia y Enfermería*, 25(1). <https://doi.org/10.4067/S0717-95532019000100301>

Carrasco, E., Zúñiga, C., & Espinoza, J. (2014). Elección de carrera en estudiantes de nivel socioeconómico bajo de universidades chilenas altamente selectivas. *Calidad en la Educación*, 40(1). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-45652014000100004

Centro de Innovación y Análisis Educativo. (s.f.). *Serie en foco: En educación, cómo eligen carrera y universidad los estudiantes chilenos*. <https://ciae.uchile.cl/noticia/serie-en-foco-en-educacion-como-eligen-carrera-y-universidad-los-estudiantes-chilenos>

- Clavijo, M., Romero, F., & Paniagua, M. (2016). Evolución de la formación en enfermería. *Medwave*, 16(6). <https://doi.org/10.5867/medwave.2016.06.6505>
- Colther, C. (2022). Desigualdad de género en el sistema universitario chileno. *Multidisciplinary Business Review*, 15(1), 50–62. <https://doi.org/10.35692/07183992.15.1.6>
- Figueroa, J., & Hernández, T. (2020). Hombres en profesiones de cuidado tradicionalmente feminizadas. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*, 41(162), 121–151. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252019000200121
- Jara, P., Polanco, O., & Alveal, M. (2005). Percepción del rol profesional de alumnos de enfermería de la Universidad de Concepción, Chile. *Investigación y Educación en Enfermería*, 23(1). <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105215403005.pdf>
- Loyola, T., Fernandes, Á., O 'Silva, S. X., & Bezerra, E. (2021). El impacto de la pandemia en el rol de la enfermería: Una revisión narrativa de la literatura. *Enfermería Global*, 20(63), 502–543. <https://doi.org/10.6018/eglobal.454061>
- Morcillo, E., & Martínez, M. (2020). Rol de la enfermera en el envejecimiento activo y saludable. Revisión narrativa. *Gerokomos*, 30(4), 181–199. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1134-928X2019000400181
- Moya, C. (2011). Equidad en el acceso a la educación superior: Los "cupos de equidad" en la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile. *Calidad en la Educación*, (35), 270–295. <https://doi.org/10.4067/s0718-45652011000200011>

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *The future of nursing 2020-2030: Charting a path to achieve health equity*. The National Academies Press.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK573922/>

Pantoja, V., Ulloa, G., Díaz, D., Valenzuela, K., Ortiz, F., & Rebolledo, C. (2023).

Asociación entre género y la elección de especialidades médicas en Chile. *Revista de cirugía*.

<https://www.revistacirugia.cl/index.php/revistacirugia>

Rosendo, Zanga. (2022). Caracterización de los profesionales de la salud en Chile 2021.

Superintendencia de Salud.

<https://www.superdesalud.gob.cl/app/uploads/2025/08/caracterizacion-profesionales-2024-1.pdf>

Saavedra, F. (2010). Proyección de la disponibilidad de profesionales de la salud en Chile al 2020. *Cuadernos Médico Sociales*, 50(4). 307-314.

<https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/564>

Següel Palma, F., Valenzuela Süazo, S., & Sanhueza Alvarado, O. (2015). El trabajo del profesional de enfermería: Revisión de la literatura. *Ciencia y Enfermería*, 21(2), 11–20.

<https://doi.org/10.4067/S0717-95532015000200002>

Tello, N. (2021, mayo 12). *Enfermeras sinónimo de sacrificio, vocación y pasión*. Caja de Seguro Social de Panamá. [https://prensa.css.gob.pa/2021/05/12/enfermeras-sinonimo-de-](https://prensa.css.gob.pa/2021/05/12/enfermeras-sinonimo-de-sacrificio-vocacion-y-pasion/)

[sacrificio-vocacion-y-pasion/](https://prensa.css.gob.pa/2021/05/12/enfermeras-sinonimo-de-sacrificio-vocacion-y-pasion/)

Fuentes de Datos.

Comisión Nacional de Evaluación y Productividad. (2024). *Tendencia arancel anual promedio ponderado por matrícula primer año, 2005 – 2024.*

https://public.tableau.com/app/profile/mike5184/viz/INDICESMatricula_Programas/06Aranceles

Instituto Nacional de Estadísticas (INE Chile). (2025). *Ocupación y desocupación.*
<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/mercado-laboral/ocupacion-y-desocupacion>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE Chile). (2025). *Proyecciones de población.*
<https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales/proyecciones-de-poblacion>

Instituto Nacional de Estadísticas (INE Chile). (2025). *Primeros resultados del Censo 2024: 18.480.432 personas fueron censadas en Chile, manteniéndose la tendencia de envejecimiento de la población.* <https://www.ine.gob.cl/sala-de-prensa/prensa/general/noticia/2025/03/27/primeros-resultados-del-censo-2024-18.480.432-personas-fueron-censadas-en-chile-manteni%C3%A9ndose-la-tendencia-de-envejecimiento-de-la-poblaci%C3%B3n>

Las últimas noticias. (2022). *Ranking: las 50 carreras con más titulados.*
<https://negocios.udd.cl/noticias/2024/05/ranking-las-50-carreras-con-mas-titulados/>

Subsecretaría de Educación Superior. Ministerio de Educación de Chile. (2025). *Bases de datos de estudiantes matriculadas y matriculados en educación superior.* <https://www.mifuturo.cl/bases-de-datos-de-matriculados/>

Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS). (2025). *CIE – 11.*
<https://deis.minsal.cl>

Subsecretaría de Educación Superior. Ministerio de Educación de Chile. (2025).
Estadísticas por carrera. <https://www.mifuturo.cl/busador-de-estadisticas-por-carrera/>

Subsecretaría de Educación Superior. Ministerio de Educación de Chile. (2025).
Informes de titulación en educación superior en Chile.
<https://www.mifuturo.cl/informes-de-titulacion/>

Superintendencia de Salud. (2024). *Egresos hospitalarios*.
<https://www.superdesalud.gob.cl/tax-biblioteca-digital/estadisticas-3724/estadisticas-por-tema-3741/egresos-hospitalarios-3744/>

Anexos

Instrucciones para la replicación del estudio

Con el objetivo de garantizar la transparencia y la posibilidad de reproducir los resultados obtenidos en esta investigación, a continuación, se detallan las instrucciones básicas para replicar el estudio:

- Obtención de datos:

Descargar las series históricas de matrícula de primer año en la carrera de Enfermería (total y por género) desde la Subsecretaría de Educación Superior en el portal Mi Futuro (<https://www.mifuturo.cl>).

Descargar las variables macroeconómicas y contextuales (PIB per cápita, salario mínimo, tasa de desempleo, arancel promedio, entre otras) desde las fuentes oficiales correspondientes: Banco Central de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Comisión Nacional de Evaluación y Productividad y otros organismos detallados en la sección Fuentes de Datos.

- Procesamiento de datos:

Unificar todas las series en un solo archivo de datos, usando como variable de referencia el año.

Estandarizar las unidades de medida y ajustar las series monetarias a precios constantes cuando corresponda.

- Análisis estadístico:

Realizar un análisis exploratorio descriptivo para identificar tendencias y patrones iniciales.

Calcular la correlación entre variables para detectar problemas de multicolinealidad.

Estimar modelos de regresión lineal múltiple según las especificaciones detalladas en la sección de Metodología.

- Interpretación y validación:

Evaluar la significancia estadística de los coeficientes (pruebas t) y del modelo completo (prueba F).

Analizar los valores de R^2 y R^2 ajustado para medir el poder explicativo de los modelos.

Verificar supuestos del modelo (normalidad de residuos, homocedasticidad e independencia).

- Reproducción de gráficos y tablas:

Utilizar software estadístico como *R* o *Stata* para generar las visualizaciones presentadas en este trabajo, replicando los códigos y parámetros descritos en los anexos técnicos correspondientes.

Anexo 1. *Base de datos consolidada de matrícula en Enfermería (2010–2024)*

El presente anexo corresponde a la base de datos original y tratada utilizada en el desarrollo de los análisis estadísticos y econométricos de esta investigación. El archivo fue construido a partir de fuentes oficiales públicas, y contiene información recopilada, organizada y procesada de forma estructurada para permitir la estimación de modelos de regresión lineal múltiple, así como la elaboración de gráficos descriptivos.

Enlace al documento

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1UemnFopc9UGdRxYqBd_iOq9mmMBv-z4R/edit?usp=sharing&ouid=117963566099410890626&rtpof=true&sd=true

Anexo 2. *Base de datos limpia para análisis econométrico en R*

Este anexo contiene la versión depurada, estructurada y lista para procesamiento estadístico de la base de datos utilizada en el desarrollo del modelo de regresión lineal múltiple. Esta versión fue optimizada para su carga directa en *RStudio*, eliminando valores atípicos, etiquetas innecesarias, errores de codificación y columnas sin variación.

Enlace al documento

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZshWnu0wjnPuKtGNygTuGReyY_-bMSan/edit?usp=sharing&ouid=117963566099410890626&rtpof=true&sd=true

Tabla A1

Base de datos resumida (1)

Año	Matrícula	Matrícula primer	Matrícula primer	Matrícula	Matrícula	Arancel
	primer año	año mujeres	año hombres	CRUCH	privada	promedio
2010	8804	7286	1518	1341	7463	\$ 4.107.065
2011	9365	7704	1661	1456	7909	\$ 4.238.019
2012	9560	7837	1723	1602	7958	\$ 4.281.669
2013	8198	6665	1533	2049	6149	\$ 4.456.932
2014	7720	6199	1521	1956	5764	\$ 4.406.322
2015	7478	5951	1527	1919	5559	\$ 4.489.490
2016	7498	6023	1475	1852	5646	\$ 4.547.616
2017	7308	5817	1491	1899	5409	\$ 4.675.359
2018	6575	5263	1312	1936	4639	\$ 4.794.842
2019	6376	5145	1231	2054	4322	\$ 4.928.671
2020	6145	5022	1123	2239	3906	\$ 4.925.735
2021	7360	5953	1407	2301	5059	\$ 5.007.601
2022	6958	5570	1388	2362	4596	\$ 4.820.932
2023	7482	5849	1633	2393	5089	\$ 4.941.719
2024	7466	6059	1407	2426	5040	\$ 5.056.771

Nota. La información de matrícula proviene de la Subsecretaría de Educación Superior (2025), mientras que los datos de arancel promedio fueron obtenidos de la Comisión Nacional de Evaluación y Productividad (2024). La tabla corresponde a una elaboración propia a partir de dichas fuentes.

Tabla A2

Base de datos resumida (2)

Año	Gratuidad	Movimiento feminista	Estallido social	Pandemia	PIB total	PIB per cápita
2010	0	0	0	0	2,6	-1,7
2011	0	0	0	0	0,5	8,0
2012	0	0	0	0	2,2	6,7
2013	0	0	0	0	11,3	19,7
2014	0	0	0	0	-6,1	-12,0
2015	0	0	0	0	0,6	-2,5
2016	1	0	0	0	4,0	0,4
2017	1	0	0	0	1,4	7,1
2018	1	0	0	0	1,8	2,0
2019	1	1	0	0	2,2	10,8
2020	1	1	1	1	1,8	-7,4
2021	1	1	1	1	3,3	-0,5
2022	1	1	0	1	6,2	13,9
2023	1	1	0	1	6,2	9,1
2024	1	1	0	1	5,9	31,3

Nota. Elaboración propia a partir de datos de la Subsecretaría de Educación Superior (2025) para la variable Gratuidad y de fuentes oficiales y académicas que documentan hitos sociales en Chile, como el Movimiento Feminista (2018), el Estallido Social (2019) y la Pandemia por COVID-19 (2020). Los datos de PIB total y PIB per cápita provienen del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2025).

Tabla A3

Base de datos resumida (3)

Año	Sueldo promedio	Salario mínimo	Tasa desempleo	Prueba aplicada	Inscritos PSU	Inscrito mujeres PSU	Titulados Total
2010	\$ 1.100.000	\$ 172.000	8,3	PSU	285325	152359	1777
2011	\$ 1.200.000	\$ 182.000	7,3	PSU	289244	153628	2107
2012	\$ 1.250.000	\$ 193.000	6,6	PSU	271862	145000	2623
2013	\$ 1.300.000	\$ 210.000	6,1	PSU	272666	146000	3430
2014	\$ 1.310.000	\$ 225.000	6,5	PSU	271558	145500	4384
2015	\$ 1.320.000	\$ 241.000	6,3	PSU	283080	152384	4806
2016	\$ 1.340.000	\$ 257.500	6,7	PSU	289480	155000	5314
2017	\$ 1.353.226	\$ 270.000	7	PSU	290612	156000	5688
2018	\$ 1.358.824	\$ 288.000	7,4	PSU	295531	158000	5928
2019	\$ 1.358.824	\$ 301.000	7,2	PSU	294176	157000	5355
2020	\$ 1.355.405	\$ 326.500	10,5	PSU	297437	159000	2125
2021	\$ 1.384.211	\$ 337.000	8,8	PDT	275630	150000	7534
2022	\$ 1.604.054	\$ 400.000	7,9	PAES	275085	151000	7415
2023	\$ 1.608.824	\$ 460.000	8,7	PAES	287599	153562	6840
2024	\$ 1.557.500	\$ 500.000	8,5	PAES	294020	153628	5642

Nota. Elaboración propia a partir de datos del Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2025) para sueldo promedio, salario mínimo y tasa de desempleo. La información sobre la prueba aplicada (PSU, PDT y PAES) y el número de inscritos proviene de la Subsecretaría de Educación Superior (2025). Los datos sobre titulados totales fueron obtenidos de la misma institución a través de sus informes oficiales de titulación (Subsecretaría de Educación Superior, 2025).

Anexo 3. Script en R utilizado para la regresión lineal múltiple.

A continuación, se indica el enlace de acceso al script completo en lenguaje R, utilizado para la estimación de los modelos de regresión lineal múltiple aplicados en esta investigación. Este archivo contiene el conjunto de instrucciones y configuraciones desarrolladas en *RStudio*, incluyendo la carga de datos, el procesamiento de variables, los modelos econométricos formulados.

Enlace al documento

<https://docs.google.com/document/d/1r7QhxGUmX1IP5D87umQVBICf0y3mJvB4/edit?usp=sharing&oid=117963566099410890626&rtpof=true&sd=true>

Figura A1

Script R (1)

```

1 # Instalar paquetes necesarios
2 install.packages("readxl") # Para leer archivos Excel
3 install.packages("ggplot2") # Para visualizaciones
4 install.packages("dplyr") # Para manipulación de datos
5 install.packages("car") # Para tests estadísticos (como VIF)
6 install.packages("psych") # Para estadísticas descriptivas
7 install.packages("GGally") # Para gráficos de correlación
8 install.packages("lmtest") # Para Breusch-Pagan y Durbin-Watson
9 install.packages("forecast") # Para acf y pacf (Análisis de series de tiempo)
10
11 library(readxl)
12 library(ggplot2)
13 library(dplyr)
14 library(car)
15 library(psych)
16 library(GGally)
17 library(lmtest)
18 library(forecast)
19
20 file.choose()
21
22 ruta_excel <- "c:\\Users\\Alvaro\\Desktop\\Data Tesis final.xlsx"
23
24 excel_sheets(ruta_excel)
25
26 Data_enfermeria <- read_excel(ruta_excel)
27
28 attach(Data_enfermeria)
29
30 Data_enfermeria

```

Nota. Fuente: Elaboración Propia y salida de *RStudio*.

La figura A1 muestra el código en *R* que fue utilizado para cargar la base de datos de la investigación desde un archivo Excel, organizarla y dejarla lista para su análisis. Para ello, incorpora distintas herramientas que permiten leer la información, generar gráficos y aplicar pruebas estadísticas. En términos simples, su propósito es preparar y facilitar el trabajo con los datos de la tesis, asegurando que puedan ser examinados de manera ordenada y rigurosa.

Figura A2

Script R (2)

```

31
32 RegrMult <- lm(Matricula_primer_ano ~ Arancel_promedio + Pandemia + PIB_per_capita, data = Data_enfermeria)
33
34 RegrMult
35
36 summary(RegrMult)
37
38 residuos <- residuals(RegrMult)
39 residuos
40
41 valores_ajustados <- fitted(RegrMult)
42 valores_ajustados
43
44 p1 <- ggplot(data.frame(Residuos = residuos), aes(x = Residuos)) +
45   geom_histogram(binwidth = 100, fill = "skyblue", color = "black", aes(y = after_stat(density))) +
46   geom_density(color = "red", linetype = "dashed") +
47   labs(title = "Histograma de Residuos", x = "Residuos", y = "Densidad") +
48   theme_minimal()
49 p1
50
51 p2 <- ggplot(data.frame(Residuos = residuos), aes(sample = Residuos)) +
52   stat_qq() +
53   stat_qq_line(color = "red") +
54   labs(title = "Q-Q Plot de Residuos", x = "Cuantiles Teóricos Normales", y = "Cuantiles Muestrales") +
55   theme_minimal()
56 p2
57

```

Nota. Fuente: Elaboración Propia y salida de *RStudio*.

La figura A2 muestra el segundo bloque de código que tiene como finalidad realizar un modelo de regresión lineal múltiple y comprobar que cumpla con los supuestos estadísticos necesarios. Para ello, estima la relación entre la matrícula de primer año y variables como el arancel promedio, el PIB per cápita y la pandemia, y luego genera gráficos que permiten revisar el comportamiento de los residuos (errores del modelo). Estos gráficos, como el histograma y el Q-Q plot, sirven para verificar si los residuos siguen una distribución normal, lo que respalda la validez de los resultados obtenidos en el análisis.

Figura A3

Script R (3)

```

57
58 shapiro_test <- shapiro.test(residuos)
59 cat(paste0(" Test de Shapiro-Wilk: Estadístico W = ", round(shapiro_test$statistic, 3), ", p-valor = ", round(shapiro_test$p.value, 3), "\n"))
60 if (shapiro_test$p.value > 0.05) {
61   cat(" -> Los residuos parecen seguir una distribución normal (no se rechaza H0).\n")
62 } else {
63   cat(" -> Los residuos no parecen seguir una distribución normal (se rechaza H0). Considera transformaciones o modelos alternativos.\n")
64 }
65 shapiro_test
66
67 p1
68
69 p3 <- ggplot(data.frame(Valores_Ajustados = valores_ajustados, Residuos = residuos), aes(x = Valores_Ajustados, y = Residuos)) +
70   geom_point(alpha = 0.7) +
71   geom_hline(yintercept = 0, linetype = "dashed", color = "red") +
72   labs(title = "Residuos vs. Valores Ajustados", x = "Valores Ajustados", y = "Residuos") +
73   theme_minimal()
74 p3
75
76 # Test de Breusch-Pagan
77 bp_test <- bptest(RegrMult)
78 cat(paste0(" Test de Breusch-Pagan: Estadístico BP = ", round(bp_test$statistic, 3), ", p-valor = ", round(bp_test$p.value, 3), "\n"))
79 if (bp_test$p.value > 0.05) {
80   cat(" -> No se detecta heterocedasticidad (no se rechaza H0).\n")
81 } else {
82   cat(" -> Se detecta heterocedasticidad (se rechaza H0). Considera transformaciones, errores robustos o weighted least squares.\n")
83 }
84 bp_test

```

Nota. Fuente: Elaboración Propia y salida de *RStudio*.

La figura A3 muestra el tercer bloque de código que se utilizó para verificar que el modelo de regresión cumpla con algunos supuestos estadísticos fundamentales. En primer lugar, aplica la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar si los errores del modelo (residuos) siguen una distribución normal. Luego, genera un gráfico que compara los valores ajustados con los residuos, lo que permite observar si existen patrones no deseados. Finalmente, se aplica la prueba de Breusch-Pagan, que sirve para detectar heterocedasticidad (es decir, si la variabilidad de los errores es constante). Estos procedimientos aseguran la validez y confiabilidad del modelo estimado.

Figura A4

Script R (4)

```

85
86 # Gráfico de Residuos en el tiempo (esencial para series temporales)
87 p4 <- ggplot(Data_enfermeria, aes(x = Ano, y = residuos)) +
88   geom_line(color = "blue") +
89   geom_point(color = "red", size = 2) +
90   geom_hline(yintercept = 0, linetype = "dashed", color = "red") +
91   labs(title = "Residuos a lo largo del Tiempo", x = "Ano", y = "Residuos") +
92   theme_minimal()
93 p4
94
95 vif_values <- vif(RegrMult)
96 vif_values
97
98 dw_test <- dwtest(RegrMult)
99 dw_test
100
101 bg_test_1 <- bgtest(RegrMult, order = 1)
102 bg_test_1
103
104 RegrMult2 <- lm(Matricula_cruch ~ Arancel_promedio + Sueldo_promedio + Gratuidad, data = Data_enfermeria)
105 RegrMult2
106
107 summary(RegrMult2)
108
109 residuos <- residuals(RegrMult2)
110 residuos
111
112 valores_ajustados <- fitted(RegrMult2)
113 valores_ajustados

```

Nota. Fuente: Elaboración Propia y salida de *RStudio*.

En la figura A4 muestra el código que corresponde al análisis de residuos del modelo de regresión múltiple aplicado a la matrícula de la carrera de Enfermería. Mediante la librería `ggplot2` de R se genera un gráfico que muestra los residuos a lo largo del tiempo, lo cual permite evaluar si presentan algún patrón sistemático o tendencia. En el gráfico, la línea azul representa la trayectoria de los residuos y los puntos rojos señalan cada observación, mientras que la línea discontinua roja en cero indica el valor de referencia esperado. Adicionalmente, se aplican pruebas estadísticas como el test de Durbin-Watson y Breusch-Godfrey, utilizadas para verificar la presencia de autocorrelación en los residuos, asegurando así la validez de los supuestos del modelo.

Figura A5

Script R (5)

```

114
115 p12 <- ggplot(data.frame(Residuos = residuos), aes(x = Residuos)) +
116   geom_histogram(binwidth = 100, fill = "skyblue", color = "black", aes(y = after_stat(density))) +
117   geom_density(color = "red", linetype = "dashed") +
118   labs(title = "Histograma de Residuos", x = "Residuos", y = "Densidad") +
119   theme_minimal()
120 p12
121
122 p22 <- ggplot(data.frame(Residuos = residuos), aes(sample = Residuos)) +
123   stat_qq() +
124   stat_qq_line(color = "red") +
125   labs(title = "Q-Q Plot de Residuos", x = "Cuantiles Teóricos Normales", y = "Cuantiles Muestrales") +
126   theme_minimal()
127 p22
128
129 vif_values <- vif(RegrMult2)
130 vif_values

```

Nota. Fuente: Elaboración Propia y salida de *RStudio*.

Finalmente, la figura A5 muestra el último bloque del código utilizado que tiene como propósito evaluar la distribución de los residuos obtenidos en el modelo de regresión. Para ello, se generan dos gráficos. El primero corresponde a un histograma de residuos complementado con una curva de densidad, lo cual permite verificar si los residuos se distribuyen de manera aproximada a una distribución normal, requisito fundamental en la validación del modelo. El segundo es un gráfico Q-Q, donde se comparan los cuantiles teóricos de una distribución normal con los cuantiles de los residuos observados. Si los puntos se alinean con la línea roja de referencia, se puede concluir que los residuos siguen un comportamiento cercano a la normalidad. Estas representaciones gráficas facilitan la comprobación visual de uno de los supuestos estadísticos básicos de la regresión múltiple.