



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LA GRATUIDAD EN LA PERMANENCIA DE LOS
ESTUDIANTES DE PRIMERA GENERACIÓN EN CARRERAS STEM EN LAS
UNIVERSIDADES CHILENAS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

IGNACIO ANDRÉS REYES VIZCARRA

PROFESOR GUÍA:
SERGIO CELIS GUZMÁN

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
LUIS GONZALEZ FIEGEHEN
LUIS LLANOS COLLADO

Este trabajo forma parte del Proyecto FONDECYT N° 1200343: “Contribución de los programas e instrumentos de ayuda estudiantil a la reducción de las brechas de inequidad en las trayectorias académicas de estudiantes de universidades chilenas públicas y privadas”.

SANTIAGO DE CHILE
2022

RESUMEN DE LA MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO
DE: Ingeniero Civil Industrial
POR: Ignacio Andrés Reyes Vizcarra
FECHA: 2022
PROFESOR GUÍA: Sergio Celis Guzmán

EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LA GRATUIDAD EN LA PERMANENCIA DE LOS ESTUDIANTES DE PRIMERA GENERACIÓN EN CARRERAS STEM EN LAS UNIVERSIDADES CHILENAS

La expansión del acceso al sistema de educación superior, durante las últimas décadas, ha sido de los principales fenómenos educativos alrededor del mundo. En el siglo XXI, dicha expansión ha presentado mayor crecimiento en regiones como América Latina. Esto supone un especial desafío en términos de equidad y calidad para los países de medianos y bajos recursos. En efecto, el abandono estudiantil sigue siendo un problema que aqueja a los países de América Latina y especialmente a ciertos grupos históricamente segregados.

En Chile, la tasa de asistencia neta a la educación superior para la población de 18 a 24 años pasó de un 12,7 en 1990 a un 40,5% el año 2020 (Ministerio de Desarrollo Social, 2020). Sin embargo, tasas distintas de enrolamiento y de deserción dependiendo de características socioeconómicas no permiten sostener que un mayor acceso implique mayor equidad. Distintas ayudas económicas han sido implementadas para combatir la inequidad. En este contexto, el presente estudio busca estimar el impacto que ha tenido el beneficio de Gratuidad, implementado el 2016, en la permanencia de estudiantes de primera generación matriculados en carreras del área STEM de las universidades adscritas al Sistema Único de Admisión, en adelante SUA. Para cumplir con dicho objetivo se construyó un modelo de supervivencia de tiempo discreto en el que se realizó un seguimiento a las cohortes 2010 y 2016 de 9 universidades adscritas y representativas del SUA. El seguimiento se realizó durante los 6 primeros semestres de carrera de los estudiantes.

Los resultados muestran que durante los primeros semestres lo más influyente en la permanencia de los estudiantes es el desempeño que logran en la universidad. En los semestres posteriores la ayuda financiera toma relevancia y particularmente la gratuidad presenta un impacto positivo sobre la permanencia en comparación a los estudiantes que deben pagar. Este es un resultado que muestra que la Gratuidad aporta a la equidad. No obstante, el no pago conseguido mediante beca de mérito más crédito presenta mejores resultados que la gratuidad, dando paso al debate de qué tipo de beca influye más, o más eficientemente en reducir la inequidad. Esto confirma la necesidad de seguir indagando los aportes que la gratuidad está realizando a la superación de brechas de inequidad, principalmente por el nivel de recursos fiscales destinados a su financiamiento.

Este trabajo está dedicado a todos aquellos estudiantes que están en camino a ser los orgullosos primeros profesionales de sus familias. A aquellos que han debido hacer grandes sacrificios por recibirse de la educación superior y a los que quedaron en el camino. A los estudiantes que gracias a la gratuidad han podido financiar sus estudios y especialmente a aquellos que aún con este instrumento están excluidos del sistema.

Para Hugo y Magaly, mis padres y los pilares de mi vida.

Para mi tía Chinda, quien fue como una segunda madre.

*Para mi amigo Barry y todos los que tristemente han
decidido partir antes de tiempo.*

*Para Bernardo Ruíz López, mi primer amigo de
la vida. Tu recuerdo siempre está presente.*

*“En mi mente mi voz hoy,
Es la voz de todos. Los que no olvido,
Los que hoy pasan y pasarán
Por mucho tiempo más...”*
(Las distancias son nada, Eterna Inocencia, 2003)

Agradecimientos

Al escribir sobre abandono es inevitable pensar en algún punto que es posible que compartas varias características con estudiantes que lamentablemente abandonan la universidad. Es entonces que se hace más evidente la importancia que ha tenido mi entorno, tanto antes de entrar a la universidad, cómo aquel que se ha ido construyendo luego.

Gracias a mi familia, mis padres Hugo y Magaly y mis hermanos Javier y Claudia, por ser un apoyo incondicional a lo largo de mi vida, especialmente en aquellos momentos en que las cosas no han sido fáciles para mí.

A mis amigos que atesoro desde el colegio, Mauricio, Manuel, Sebastián y José. Gracias por haber constituido un espacio de confianza que nos ha permitido crecer desde muy jóvenes hasta hoy.

A mis amigos que conocí en la Universidad e hicieron que las dificultades propias del paso por ella fueran más llevaderas. Gracias a los y las amigas de sección con los que vivimos muchas cosas los primeros años, Malú, Sebatot, Provi, Edo, Dani, Pancho, Nacho, Cristóbal, José Miguel y Belén. A aquellos con los que aún mantengo un contacto más frecuente, que también fueron y siguen siendo una parte importante del camino que voy haciendo, Guille, Sami, Papita, Pablo, Siwi, Yonjairo, Kevin, Juan, Horacio. A los amigos de la sección 5 que siempre entregaron amor a su estilo, Kech, Oscar, Mota, Yañez, Pancho, García, Danner y a más de algún amigo que de seguro se me está quedando en el tintero. Agradezco de manera especial a Bruno, Scarlett, mis grandes amigos de la Universidad y que fueron el apoyo necesario en los momentos precisos. Gracias por los aprendizajes compartidos. También a Nadia por aportarme con miradas distintas, y a Paulina por ser mi gran apoyo durante el último tiempo. Gracias a los 4 por construir con espacio seguro del que hemos sido parte y nos ha permitido crecer como mejores personas.

Por último, gracias a los profesores con vocación educativa que aportan desde una visión más humanitaria dentro de una facultad que muchas veces carece de ella. Gracias al Departamento de Ingeniería Industrial por plantear alternativas a lo que se ve comúnmente en otros departamentos. Gracias al Profesor Célis por ayudarme con la finalización de mi memoria y a la secretaria Mónica por la ayuda que me brindó en el proceso.

Tabla de Contenido

1	Capítulo 1: Introducción	1
2	Capítulo 2: Antecedentes Generales.....	2
2.1	Expansión de la matrícula de la Educación Superior.....	2
2.2	Desigualdad en el acceso a la Educación Superior	4
2.3	Acceso no es lo único	5
2.4	Estudiantes de primera generación	6
2.5	Gratuidad	7
3	Capítulo 3: Revisión de literatura.....	9
3.1	Equidad en el Sistema de Educación Superior	9
3.2	Permanencia en Educación Superior	10
3.3	Ayudas financieras y su impacto en la permanencia.....	15
3.4	Estudiantes de Primera Generación	16
4	Capítulo 4: Metodología.....	19
4.1	Datos.....	19
4.2	Presentación de Datos	20
4.3	Introducción al análisis de supervivencia.....	22
4.4	Modelo de regresión de Cox	24
4.5	Comprobación de supuestos.....	25
4.6	Filtros aplicados y creación de nuevas variables	26
4.7	Implementación del modelo.....	32
5	Capítulo 5: Resultados	33
5.1	Análisis exploratorio.....	33
5.2	Modelos de regresión de Cox.....	42
6	Capítulo 6: Discusión	56
7	Capítulo 7: Conclusiones.....	60
	Bibliografía.....	61

Índice de Tablas

TABLA 1: TASA NETA (EN %) DE ASISTENCIA A LA EDUCACIÓN SUPERIOR SEGÚN DECIL DE INGRESO.....	5
TABLA 2: EVOLUCIÓN DE RETENCIÓN DE PRIMER AÑO POR QUINTIL DE INGRESO	6
TABLA 3: PORCENTAJE DE RETENCIÓN, PERSISTENCIA EN LA MISMA INSTITUCIÓN O EN OTRA PARA 1º AÑO DE PREGRADO, DIFERENCIADO POR TIPO DE INSTITUCIÓN	14
TABLA 4: EVOLUCIÓN A TRAVÉS DE LOS AÑOS DE RETENCIÓN DE 1º AÑO, DIFERENCIADO POR TIPO DE INSTITUCIÓN	14
TABLA 5: PORCENTAJES DE RETENCIÓN PARA ESTUDIANTES DE PRIMER AÑO EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR, DIFERENCIADO POR TIPO DE INSTITUCIÓN Y BENEFICIOS ECONÓMICOS.....	16
TABLA 6: CASAS DE ESTUDIOS DE LAS QUE SE OBTUVO LA MUESTRA UTILIZADA EN EL ESTUDIO .	19
TABLA 7: VARIABLES DEL ESTUDIANTE PREVIAS AL INGRESO	20
TABLA 8: VARIABLES RELACIONADAS A LA ESTADÍA DEL ESTUDIANTE EN EL SES	21
TABLA 9: CREACIÓN DEL MARCADOR TEMPORAL T	28
TABLA 10: RECUENTO DE ESTUDIANTES Y CONDICIÓN DE PERMANENCIA O ABANDONO DURANTE EL PERÍODO DE OBSERVACIÓN	33
TABLA 11: CONTEO DE ESTUDIANTES QUE ABANDONAN POR CADA SEMESTRE DE OBSERVACIÓN.	34
TABLA 12: RECUENTO DE ESTUDIANTES SEGÚN SEXO Y CONDICIÓN DE PERMANENCIA	34
TABLA 13: DISTRIBUCIÓN PUNTAJES PSU DE LA POBLACIÓN COMPLETA Y SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA	35
TABLA 14: COEFICIENTES MODELO BÁSICO SIN INTERACCIONES CON EL TIEMPO, CATEGORÍA “GRATUIDAD” COMO BASE EN AF	43
TABLA 15: COEFICIENTES SEGUNDO MODELO, SIN INTERACCIONES CON EL TIEMPO, CATEGORÍA “GRATUIDAD” COMO BASE EN AF	47
TABLA 16: RESULTADOS TEST DE SCHOENFELD.	50
TABLA 17: RESULTADOS MODELO FINAL	55

Índice de Figuras

<i>FIGURA 1: MATRIZ DEL MODELO MULTIDIMENSIONAL DE LA EQUIDAD.....</i>	<i>10</i>
<i>FIGURA 2: DIAGRAMA ILUSTRATIVO DEL MODELO</i>	<i>31</i>
<i>FIGURA 3: "FOREST PLOT" DEL MODELO INICIAL.....</i>	<i>43</i>

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1: NÚMERO TOTAL DE ESTUDIANTES MATRICULADOS POR TIPO DE INSTITUCIÓN (1984-2018).....	3
GRÁFICO 2: PARTICIPACIÓN RELATIVA EN LA MATRÍCULA POR TIPO DE INSTITUCIÓN (1984-2018).....	3
GRÁFICO 3: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN SEXO.....	35
GRÁFICO 4: TASA DE ABANDONO SEGÚN SEXO.....	35
GRÁFICO 5: BOXPLOT PUNTAJE PSU SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA.....	36
GRÁFICO 6: DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTAJES PSU SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA.....	36
GRÁFICO 7: BOXPLOT NEM SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA.....	37
GRÁFICO 8: DISTRIBUCIÓN NEM SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA.....	37
GRÁFICO 9: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE PROCEDENCIA.....	38
GRÁFICO 10: CONDICIÓN DE PERMANENCIA SEGÚN TIPO DE ESTABLECIMIENTO DE PROCEDENCIA.....	38
GRÁFICO 11: DISTRIBUCIÓN PROMEDIO DE NOTAS SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA.....	39
GRÁFICO 12: BOXPLOT PROMEDIO DE NOTAS SEGÚN CONDICIÓN DE PERMANENCIA.....	39
GRÁFICO 13: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN CONDICIÓN DE APROBACIÓN.....	40
GRÁFICO 14: COMPORTAMIENTO DE ABANDONO SEGÚN CONDICIÓN DE APROBACIÓN.....	40
GRÁFICO 15: DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN AYUDA FINANCIERA.....	41
GRÁFICO 16: TASA ABANDONO SEGÚN AYUDA FINANCIERA.....	41
GRÁFICO 17: TASA DE ABANDONO POR SEMESTRE SEGÚN AYUDA FINANCIERA.....	42
GRÁFICO 18: TEST FORMA FUNCIONAL DE LAS VARIABLES CONTINUAS.....	44
GRÁFICO 19: TESTEO FORMAS FUNCIONALES PARA LA VARIABLE PROMEDIO DE NOTAS.....	45
GRÁFICO 20: TESTEO SUPUESTO DE INFLUENCIAS INDIVIDUALES, MÉTODO DEVIANCE.....	48
GRÁFICO 21: TEST SUPUESTO DE INFLUENCIAS INDIVIDUALES, MÉTODO DFBETAS.....	49
GRÁFICO 22: TESTEO GRÁFICO DE SUPUESTO DE RIESGOS PROPORCIONALES PARA VARIABLE SEXO.....	51
GRÁFICO 23: TESTEO GRÁFICO DE SUPUESTO DE RIESGOS PROPORCIONALES PARA AYUDA FINANCIERA.....	52
GRÁFICO 24: TESTEO GRÁFICO DE SUPUESTO DE RIESGOS PROPORCIONALES PARA VARIABLE DEP. EDUCACIONAL.....	53
GRÁFICO 25: TESTEO GRÁFICO DE SUPUESTO DE RIESGOS PROPORCIONALES PARA VARIABLE PROM.....	54

Capítulo 1: Introducción

El presente estudio tiene como principal motivante el interés del autor por la superación de las brechas de inequidad presentes en el sistema de educación superior chileno.

El informe está estructurado de la siguiente manera: se inicia con los antecedentes generales que sitúan al lector en el contexto de expansión de la educación superior sucedido en el mundo y en Chile. Se muestra como a pesar de mejorar en varios indicadores respectivos al acceso al nivel terciario de educación, siguen manifestándose inequidades en las trayectorias de los estudiantes en el sistema. Además, se enfatiza el hecho de que no sólo el acceso influye en la equidad del sistema, introduciéndose el concepto de permanencia. Esta sección cierra contextualizando la población de estudio, así como la Gratuidad, ayuda financiera de la que se busca estimar su aporte en la probabilidad de permanecer en la educación superior.

En la sección Revisión de Literatura se realiza un acercamiento conceptual a los temas fundamentales de la investigación, así como también de los hechos registrados hasta el momento en torno al tema específico. Así, se revisa el concepto de equidad y se introduce el Modelo Multidimensional de la Equidad (Espinoza, 2002). Se ahonda acerca de la permanencia y el fenómeno del abandono, así como en los modelos que buscan darle una explicación. Se presentan las pruebas del impacto que las ayudas financieras tienen en la permanencia y se termina describiendo a los estudiantes de primera generación, caracterizándolos socioeconómicamente y ahondando en las dificultades que presentan a la hora de hacer ingreso a un sistema ajeno para ellos.

En metodología se detalla el modelo a utilizar y se habla de algunas ventajas de los modelos de supervivencia, además de sus principales características. Se detallan las variables a utilizar y las manipulaciones realizadas sobre ellas para la implementación del modelo, así como las limitantes que incorpora al mismo. Los resultados muestran los productos obtenidos de seguir el diseño experimental expuesto en la metodología.

Finalmente, en discusión se comentan los resultados presentados en la sección anterior, buscando una interpretación lógica, o en línea de lo investigado, que permita explicar el comportamiento de los resultados. Por último, las conclusiones presentan palabras de finalización que pretenden despertar el interés del lector por seguir la línea investigativa aquí propuesta.

Capítulo 2: Antecedentes Generales

2.1 Expansión de la matrícula de la Educación Superior

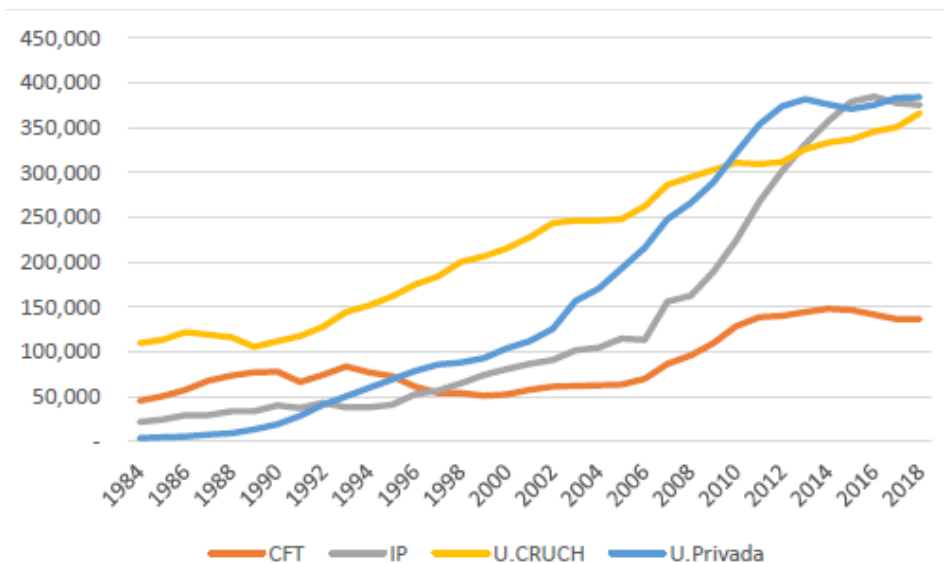
En las últimas décadas, la masificación de la educación superior ha sido uno de los principales fenómenos educativos, de carácter transversal alrededor del mundo (Trow, 2010). Mientras que en el año 1900 existía una matrícula de 500.000 estudiantes en instituciones de educación superior (IES) alrededor del mundo, lo que representaba una fracción del 1% de la población en edad universitaria, para el año 2000 la matrícula en educación terciaria llegaba a 100 millones de personas, un 20% de la cohorte mundial. Entre 2000 y 2018, la tasa bruta de matriculación mundial aumentó del 19 al 38%. En este periodo, América Latina y el Caribe es una de las regiones que ha evidenciado una expansión más rápida de participación en educación superior, pasando de un 23% en el 2000 a un 52% el 2018 (UNESCO, 2020).

Dentro de este contexto mundial, el caso chileno corresponde a un tipo de expansión en el nivel terciario marcado por la centralidad de la oferta privada. Las políticas públicas llevadas a cabo desde la década del 1980 para impulsar este tipo de expansión incluyen: apertura y promoción de instituciones privadas, desarticulación de la red de universidad públicas existentes hasta el momento, regionalizándolas y dividiéndolas en numerosas universidades sin mayor vinculación entre sí y el fomento de la competencia entre instituciones con instrumentos de financiamiento público y la imposición del autofinanciamiento a las instituciones. Esto último significó el cobro de aranceles a los estudiantes. Además, se construyó una estructura en las IES consistente de tres niveles diferenciados de instituciones de enseñanza terciaria: Universidades, Institutos Profesionales (IP) y Centros de Formación Técnica (CFT). A partir de estos cambios, se experimentó un aumento notable en el número de estudiantes matriculados en el nivel de educación superior, pasando de poco más de 245 mil matriculados en el año 1990 a más de 1 millón 300 mil el año 2022 (SIES, 2010, 2022). En términos de tasa de asistencia neta a la educación superior para la población de 18 a 24 años, esta pasó de un 12,7 en 1990 a un 40,5% el año 2000 (Ministerio de Desarrollo Social, 2020). Este aumento en el acceso a la educación superior se ve fuertemente sustentado por el aumento de la escolaridad en general experimentada en Chile durante las últimas décadas, especialmente en la educación media, la que a partir del año 2003 pasó a ser de carácter obligatorio.

Los Gráficos 1 y 2 muestran el crecimiento de la matrícula para el período 1984-2018, tanto en el número total de estudiantes matriculados como en la participación relativa en la matrícula por tipo de institución. Estos tipos son Centros de Formación Técnica

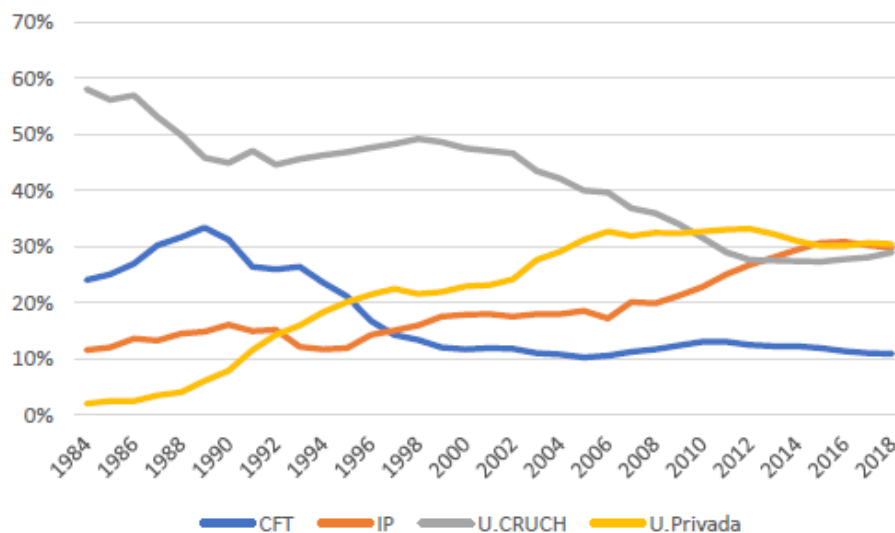
(CFT), Institutos Profesionales (IP) y Universidades adscritas al Consejo de Rectores¹ (U. CRUCH, a estas universidades se les conoce como tradicionales).

Gráfico 1: Número total de estudiantes matriculados por tipo de institución (1984-2018).



Fuente: Fundación Nodo XXI, 2019. p. 9

Gráfico 2: Participación relativa en la matrícula por tipo de institución (1984-2018).



Fuente: Fundación Nodo XXI, 2019. p. 9

¹ El CRUCH es un organismo de coordinación de la labor universitaria de la nación. También tiene la misión de mejorar el rendimiento y la calidad de la educación superior. Fue el precursor del sistema de selección y admisión de la enseñanza universitaria.

No obstante, el crecimiento de la matrícula terciaria no ha estado asociada a una mayor equidad en todos los aspectos del sistema. Por un lado, los sectores sociales desventajados no presentan la misma participación que sectores más acomodados en el sistema de educación superior, produciéndose una subrepresentación de los primeros dentro de las IES. Por otro lado, el acceso al sistema de educación superior no es el único aspecto por considerar para determinar la equidad del sistema (Espinoza et al, 2007).

En particular, el abandono de los estudios es un problema del sistema que afecta más gravemente a los mismos sectores desventajados.

Es decir, estos sectores de la sociedad tienen menos probabilidades de ingresar a la educación superior que el resto y, los que logran entrar, tienen menos probabilidades de permanecer en ella.

2.2 Desigualdad en el acceso a la Educación Superior

Desde 1991 y posterior a la llegada de la democracia, hubo una aceptación de que las familias necesitaban ayudas financieras para costear la educación superior. Así se crearon programas de becas y préstamos estudiantiles con el objetivo de financiar de manera parcial los estudios superiores de los estudiantes de estas familias. A pesar del aumento en el gasto del Estado en ayudas financieras a estudiantes, ésta siguió siendo insuficiente en cuanto a cobertura. De acuerdo con la encuesta CASEN 2003, sólo los alumnos que provienen del quinto quintil de ingreso no requerían apoyo económico para el financiamiento de sus estudios (PNUD, 2005). Esto sugiere que aún hasta ese momento, el resto de los estudiantes, pertenecientes a quintiles de ingreso más bajos, podría tener dificultades que condicionaran su acceso a la educación superior, afectando la equidad en el sistema. El 2005 se creó el Crédito con Aval del Estado (CAE), el que ha sido desde entonces uno de los principales medios de financiamiento de educación superior para familias de bajos ingresos.

El crecimiento durante las últimas décadas de la matrícula terciaria ha sido constante y considerable. Sin embargo, al observar en la Tabla 1, es claro que los estudiantes de diferente nivel socioeconómico no participan en la misma proporción de la educación superior. En efecto, hasta el 2020, los estudiantes del primer decil de ingresos que accedían a la educación superior eran menos del 36% del total de estudiantes de dicho decil. Por otro lado, el mismo 2020 casi un 66% de los estudiantes pertenecientes al décimo decil tenían acceso a la educación superior, evidenciándose una brecha de un 30% en la tasa neta de asistencia a la educación superior entre el decil más pobre y el más rico.

Tabla 1

Tasa neta (en %) de asistencia a la educación superior según decil de ingreso.

Año/Decil	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2006	12,8	14,3	15,4	17,1	23,2	24,4	33,6	7	49,5	58,8
2011	19,4	22,8	26	29	25,4	30,3	35	40,8	56,7	64,7
2015	28,4	30	34,3	32,9	35,9	33,7	40,7	44,9	49	61,1
2020	35,6	35,2	38,1	36	39,2	38,7	38,1	45,2	56,6	65,6

Fuente: Elaboración propia en base a datos encuesta CASEN 2006, 2011, 2015 y

2020.

2.3 Acceso no es lo único

El éxito en el sistema de educación superior no depende solamente de acceder a ella. Un problema grande del sistema de educación superior es el alto abandono de estudiantes. Por otro lado, es importante ahondar en la permanencia de los estudiantes en la Educación Superior, por las consecuencias que el abandono estudiantil supone tanto para los estudiantes que abandonan y sus familias, las propias instituciones de educación superior y la sociedad en general.

Los estudiantes que abandonan experimentan un quiebre entre sus expectativas y logros que los afecta emocionalmente, las familias pueden ver afectada su situación financiera si por ejemplo, asumieron el elevado costo de la educación superior en Chile vía endeudamiento. Las universidades pierden fondos destinados a estudiantes que no finalizan sus estudios y el país en general pierde recursos por concepto de becas y beneficios otorgados a estudiantes que no finalizan (Ferrer et al, 2019), además de ver truncado su potencial desarrollo productivo.

Uno de los efectos más directos del abandono es la baja proporción de estudiantes que finaliza sus estudios. En 2005, y a pesar de que la matrícula bruta alcanzaba un 42% de la cohorte, solo un 13% de la población entre 25 y 64 años contaba con estudios superiores completados, es decir, sólo uno de cada diez chilenos había completado una carrera en la Educación Superior (Canales, 2007). Además, esta deserción de estudiantes no es homogénea a lo largo del espectro socioeconómico, sino que afecta en mayor medida a la población de menores ingresos. La condición de vulnerabilidad e inequidad en las oportunidades producen una mayor probabilidad de fracaso para este grupo. En efecto, la Tabla 2 muestra que los estudiantes del primer quintil tienen una retención menor que sus compañeros.

Tabla 2

Evolución de retención de primer año por quintil de ingreso.

Quintiles	2008	2009	2010	2011	2012	Variación 2008-2012	% de estudiantes cohorte 2012
1	76,0%	74,3%	73,8%	70,6%	71,1%	-4,9%	24,5%
2	78,0%	77,3%	77,1%	74,2%	74,7%	-3,3%	17,1%
3	78,1%	76,3%	77,9%	72,7%	75,5%	-2,6%	12,2%
4	78,9%	77,2%	78,6%	73,6%	76,0%	-2,9%	8,7%
5	77,2%	75,6%	77,8%	74,2%	75,9%	-1,3%	4,6%
s/i	61,3%	63,0%	61,5%	59,3%	58,3%	-3,0%	32,9%
Total	69,1%	70,8%	71,0%	68,4%	68,7%	-0,4%	100,0%

Fuente: SIES 2014.

Dentro de los factores que inciden en la decisión de un estudiante de abandonar la educación superior, no sólo se encuentran aquellos asociados al financiamiento. En efecto, son múltiples los modelos cualitativos que presentan la deserción como un fenómeno multicausal. A nivel internacional, el modelo de Tinto (1975) ha sido uno de los de mayor relevancia. En él, Tinto describe la deserción como un proceso longitudinal de interacciones entre las características individuales, sociales e institucionales. Entre estos destacan las características familiares de los estudiantes, las expectativas educativas y el nivel de compromiso con metas y objetivos futuros. Estos mismos factores son destacados por otros autores que exponen la importancia de las actitudes positivas de los padres, las que disminuyen la probabilidad de deserción del estudiante (Larroucau, 2015).

En el contexto de expansión de la educación superior a nivel mundial y en el país, comenzaron a tener acceso al sistema, antes un espacio predominantemente de élite, sectores desventajados que previamente no estaban representados de manera importante. Sin embargo, como se mostró anteriormente, estos sectores también presentan distintas características que hacen que abandonen más que otros estudiantes. En relación con la influencia de las características familiares, específicamente con la escolaridad de los padres, la expansión de la ES permitió el acceso de estudiantes cuyos padres no habían accedido al sistema. Estos estudiantes se conocen como Estudiantes Primera Generación (EPG) y han captado el interés de los investigadores alrededor del mundo.

2.4 Estudiantes de primera generación

El concepto de Estudiantes de Primera Generación (EPG) tiene como definición más generalizada “hijos de padres sin diploma de estudios superiores y sin experiencia en este nivel educacional” (Soto, 2016, p.1160). Por contraparte, los estudiantes que tengan

alguno de sus padres o ambos con diploma de estudios superiores, se conocen como estudiantes continuistas. Los EPG, al no tener experiencias cercanas que los familiaricen a la universidad, enfrentan mayores dificultades que los estudiantes continuistas. A nivel internacional, Chen y Carroll (2005) muestran que los EPG presentan mayores probabilidades de abandonar asignaturas o repetirlas. Por otro lado, Groleau et al (2010) concluyeron que la condición de EPG determina tanto el acceso como la permanencia en educación superior. Como se ha visto anteriormente, el sistema de educación superior en Chile presenta una segmentación económica que hace más probable el ingreso a la educación superior de un estudiante perteneciente al quintil más rico que el de uno proveniente del quintil más pobre. En este contexto, los EPG han sido sujetos de interés para los investigadores dadas sus menores probabilidades de acceder y permanecer en el sistema (Soto, 2016). Si bien el acceso de EPG ha ido en aumento, su permanencia es menor que la de estudiantes herederos. Urzúa (2012), señala que el 74% de los estudiantes que abandonaron los estudios era EPG. Para estudiantes continuistas, la probabilidad de titularse es cercana al 70%, mientras para los EPG no llega al 38%.

Ahondando en la influencia de los ingresos familiares del estudiante según al área del conocimiento de la carrera a la que ingresa. Larroucau (2015) muestra que el nivel de ingreso afecta principalmente a las carreras del área de “STEM”. “STEM” significa Science, Technology, Engineering, and Math: ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas, por lo que las carreras del área “STEM” son las que abarcan y desarrollan estas habilidades. En esta macro área de conocimiento, los estudiantes provenientes de los tramos de menores ingresos (tramos de donde provienen los EPG) presentan una probabilidad estadísticamente significativa mayor de desertar que en las otras macro áreas. Una vez dentro de la universidad, otro tipo de barreras, como financieras o laborales pueden obstaculizar la adquisición de herramientas sociales para estos estudiantes, dificultando su integración a la educación superior (Dika, 2016). Esta dificultad en su integración supone un factor más que explica el mayor abandono de estudiantes EPG en el macro área del saber STEM, con respecto a aquellos estudiantes continuistas.

Lo anterior sumado al hecho de que STEM corresponde al área que reúne más estudiantes en el sistema de educación superior del país, registrándose un total de 310.170 estudiantes matriculados en pregrado en carreras universitarias correspondientes al área del conocimiento “Tecnología”, un 25,8% del total (SIES, 2021), constituye al Estudiante de Primera Generación de las carreras del macro área del saber “STEM” como el sujeto de interés para el estudio aquí desarrollado.

2.5 Gratuidad

Las inequidades presentes en el Sistema de Educación Superior del país llevaron a que el año 2011 la OCDE diera a conocer un informe que situaba a Chile en el segundo lugar mundial en cuanto a los sistemas educacionales más segregados del mundo (San Martín, 2015). La creciente demanda de la población chilena por educación superior y lo segregado del sistema influyeron en que ese mismo año estallara una fuerte movilización

estudiantil que tenía como principal demanda la gratuidad del sistema de Educación Superior. Así, el 2016 y como parte de las promesas de campaña de la Presidenta Michelle Bachelet, se puso en marcha la “gratuidad”. Esta financió el costo de arancel y matrícula para los estudiantes de los primeros 6 deciles de ingreso que se matriculen en instituciones adscritas al beneficio (MINEDUC, 2022).

El número de beneficiarios de la gratuidad ha ido aumentando desde que fue promulgada. Así, mientras el 2016 contaban con el beneficio un total de 138.951 estudiantes, el 2020 lo hacían 399.165. Para el 2021, el presupuesto consideraba un monto total de \$1.223.322 millones, lo que representa un 10,27% de todo el presupuesto del Ministerio de Educación para dicho año (Acción Educar, 2021).

Si bien existe evidencia que señala que las ayudas financieras contribuyen a la retención, los estudios se han realizado mayoritariamente en torno a los créditos y becas existentes hace años (Santelices et al., 2016). Actualmente los estudios en torno a la gratuidad se han centrado en el acceso, donde tras un año de implementación, la gratuidad no significó un aumento en el ingreso inmediato a la educación superior de la población mayoritariamente expuesta al beneficio, los estudiantes prioritarios egresados de recintos científicos humanistas y la tendencia creciente en el acceso a la educación superior de estudiantes de bajos recursos no se vio acelerada tras la implementación de la gratuidad (Arzola, 2021). Tampoco un aumento en el acceso de estudiantes EPG (Espinoza et al, 2021). La evidencia permite plantear que más que impactar en el acceso de nuevos estudiantes, la gratuidad ha servido como un mecanismo de reemplazo de los antiguos créditos y becas a los que accedían antes los estudiantes para financiar su paso por la educación superior (Contraloría General de la República, 2019). Entonces, vale la pena preguntarse por el impacto que la gratuidad puede tener en la trayectoria de los estudiantes en la universidad, particularmente, en la permanencia.

A la fecha, no se han realizado mayores estudios de medición del impacto de la “gratuidad” en la permanencia de los estudiantes dentro del sistema de educación superior. A partir de estos antecedentes, la presente investigación tiene por objetivo: Evaluar el impacto de la gratuidad en la permanencia de los estudiantes de primera generación en carreras STEM durante los seis primeros semestres en las universidades chilenas adscritas al SUA. De esta forma, se busca conocer el aporte de este nuevo mecanismo de financiamiento a la reducción de brechas de inequidad dentro del sistema de educación superior chileno.

Capítulo 3: Revisión de literatura

3.1 Equidad en el Sistema de Educación Superior

El significado de equidad ha sido objeto de debate y ha recibido múltiples definiciones. En gran parte de los casos se utiliza con un sentido similar al de justicia y se compara con el concepto de igualdad. Estos términos difieren, ya que, de hecho, la equidad no implica una igualdad de tratamiento o resultados. Un tratamiento diferenciado para un grupo de personas puede ser justo si es que dicho grupo posee necesidades o carencias específicas que de otra manera significarían una barrera infranqueable (McCowan et al., 2015). En esta línea y acercando el tema a lo relativo al presente estudio, las ventajas o desventajas que pudiese tener un individuo por el determinado medio social en el que nació no es un argumento justo ni aceptable, para permitir o denegar el acceso de dicho individuo al sistema de educación superior, ni para determinar el éxito que tendrá dentro del mismo.

La educación superior es una pieza fundamental dentro de la conformación de una sociedad más equitativa. En efecto, el acceso a la educación superior no solo constituye un derecho humano, sino que es también un componente clave del desarrollo socioeconómico, que genera más oportunidades para grupos más desfavorecidos y contribuye a la conformación de una fuerza laboral más educada (OCDE, 2021).

Para determinar si es que existen mejorías sobre equidad, es necesario utilizar una definición de lo que es equidad y establecer metas que puedan alcanzarse para lograr la equidad. Para esto resultará especialmente útil el Modelo Multidimensional de Equidad (Espinoza, 2002, 2007, 2014). Dicho modelo considera dos ejes de análisis. El primero contiene los conceptos de equidad en sus tres dimensiones: Equidad para iguales necesidades, para iguales capacidades y para igual logro.

El segundo eje da cuenta de dos aspectos: los recursos y los estadios de la trayectoria académica: Los estadios de la trayectoria académica se refieren a las etapas, avances y condiciones de éxito que dan vida a la trayectoria educativa de un individuo. En este sentido, pueden distinguirse cuatro estadios.

- 1) Acceso es la posibilidad de incorporarse a un nivel determinado del sistema educativo de calidad acreditable.
- 2) Permanencia es la condición de continuar y avanzar al interior del sistema educativo.
- 3) Desempeño es el reconocimiento al rendimiento académico que obtiene el estudiante, medido a través de su progreso en el plan de estudio, sus calificaciones y evaluaciones.
- 4) Resultados. Se puede asociar a la titulación al final de su carrera, a la empleabilidad, a las rentas a las cuales accede el titulado una vez concluido los estudios, y, a su participación ciudadana y social (Espinoza, 2014).

Al hacer un cruce de estos ejes se produce una matriz en la que cada una de sus celdas constituye una meta orientada a la búsqueda de la equidad.

Figura 1: Matriz del modelo multidimensional de la equidad.

Dimensiones	Recursos	ETAPAS DEL PROCESO EDUCATIVO			
		Acceso	Permanencia	Desempeño	Resultados
Equidad para iguales necesidades	Garantizar que todas las personas con iguales necesidades obtengan una misma cantidad de recursos financieros, sociales y culturales.	Proveer acceso tanto a nivel individual como grupal sobre la base de la necesidad	Asegurar que aquellos estudiantes con necesidades iguales tengan igual progreso educativo	Asegurar que los estudiantes con iguales necesidades tengan desempeños académicos similares	Asegurar que aquellas personas con necesidades iguales obtengan similares empleos, nivel de ingresos y poder político
Equidad para iguales capacidades	Asegurar que todas las personas con cierto potencial tengan la misma cantidad de recursos financieros, sociales y culturales	Garantizar que todos las personas que tengan similares capacidades y habilidades tengan acceso a una educación de calidad	Asegurar que los estudiantes con igual potencial tengan igual progreso educativo	Asegurar que los estudiantes con iguales habilidades tengan similar desempeño educativo	Asegurar que aquellas personas con el mismo potencial al nacer obtengan similares empleos, nivel de ingresos y poder político
Equidad para igual logro	Asegurar que las personas que alcanzan o cuyos padres alcanzan el mismo nivel educativo tengan recursos iguales	Proporcionar igual acceso a educación de calidad para los estudiantes que tengan logros pasados iguales	Asegurar que los estudiantes con iguales calificaciones permanezcan en el sistema	Facilitar la igualdad de logro para quienes hayan alcanzado el mismo desempeño académico en el pasado	Asegurar que las personas con logro académico similar obtengan similares trabajos, nivel de ingresos y poder político

Fuente: “Equidad en el Sistema de Educación Superior en Chile desde la Perspectiva de los Resultados” (Espinoza, 2015).

Considerando dichos estadios se plantea realizar la medición del impacto del programa de “gratuidad” en la permanencia de los estudiantes primera generación de bajos recursos que ingresan a la Universidad, ya que, como se presentó en secciones anteriores, el acceso ha sido el estadio más abordado por estudios, y los años de estudio en la educación terciaria son los años de educación que significan un mayor aumento en los retornos generados en el mercado laboral. Por lo tanto, la inequidad en la matrícula y en la permanencia de los estudiantes en la universidad no solo excluye a ciertos estudiantes del sistema, sino que también ahonda en el fenómeno de la desigualdad social que aqueja al país. Posterior a la obtención del impacto de la gratuidad en la permanencia de la población objetivo, las metas en las celdas de la Figura 1 entregan un buen marco para guiar la discusión hacia si este beneficio ha logrado disminuir las brechas de inequidad del sistema de educación superior chileno.

3.2 Permanencia en Educación Superior

La permanencia puede ser entendida como la supervivencia dentro del sistema educativo (Espinoza, 2002), por tanto, situación contraria al abandono prematuro de los estudios por parte de un individuo.

La permanencia de los estudiantes, o la retención de estos en el sistema educativo es objeto de interés desde hace décadas a nivel internacional, siendo pioneras las investigaciones realizadas en Estados Unidos. Dicho interés se justifica en los cambios sufridos en la educación superior en el último tiempo: ampliación del acceso, ingreso al sistema de jóvenes provenientes de sectores desaventajados socioeconómicamente y el incremento de los EPG en el sistema de educación superior (Latorre, 2010). Durante el siglo XXI, dichos fenómenos expansivos se han centrado en países de bajos y medianos ingresos, por lo que la preocupación por la retención estudiantil se ha instalado también en estos países, sin ser Chile una excepción. En Chile desde el año 2007 la Subsecretaría de Educación Superior mediante el SIES realiza un cálculo de la tasa de retención de 1er año para programas de Pregrado, actualizando las cifras anualmente, lo que permite seguir la evolución del indicador a lo largo del tiempo. Al analizar los datos es posible advertir dos hechos: por una parte, la retención de 1er año ha aumentado considerablemente. En efecto, el 2007 el Sistema de Educación Superior de Chile presentó una cifra total general del 66,6% de retención de 1er año, mientras que para el 2020 el mismo indicador alcanzó un 75,6% (SIES, 2021). Por otra parte, las tasas de retención difieren al controlar otras variables, lo que permite establecer que el aumento de la cobertura no ha significado necesariamente mayor equidad, por cuanto siguen existiendo diferencias importantes en las trayectorias de los estudiantes dependiendo de características previas: al revisar la tasa de retención de 1er año según tipo de institución se observa que el 2020 las Universidades presentaron un 85% de retención de 1er año. Por contraparte, los CFT e IPs presentaron cifras de 66,2% y 68,8% respectivamente durante el mismo año (SIES, 2021). Al controlar por Establecimiento secundario de origen, se ve que la retención más alta de 1er año la presentan los estudiantes que provienen de establecimiento particulares pagados, con un 85,1%. Los estudiantes de colegios municipales y particulares subvencionados presentan una retención de 1er año de un 72,3% y un 77,5% respectivamente durante el 2020 (SIES, 2021).

Los factores que influyen en el abandono de estudiantes son múltiples. Existen también diversos modelos que buscan explicar el fenómeno abordándolo desde distintas disciplinas. Así, se habla generalmente de cuatro tipos de modelos:

- 1) Modelos sociológicos: centran su atención en la influencia de factores externos que favorecen el abandono del estudiante. Estos factores externos pueden ser el nivel socioeconómico, la educación de los padres o el capital cultural, por ejemplo (López, 2010).
- 2) Modelos psicológicos: señalan principalmente que son los rasgos propios de la personalidad los que diferencian a estudiantes que abandonan de los que permanecen (Díaz, 2008).
- 3) Modelos económicos: Dentro de estos se pueden distinguir dos tipos (Bernal, 2000). Aquellos de Costo/Beneficio en los que el estudiante opta por permanecer en la universidad si es que percibe que los beneficios sociales y económicos asociados a los estudios son mayores que los que podría obtener de alguna actividad alternativa, como puede ser un trabajo remunerado (Díaz, 2008). El otro tipo son los modelos de Focalización de Subsidio que abordan la retención a través de la investigación de cómo la ayuda financiera permite oportunidades equitativas, influyendo en la retención (Díaz, 2008; López, 2010).
- 4) Modelos organizacionales: consideran al estudiante y su institución de educación superior en interacción. Consideran variables multicausales, como pueden ser la

motivación o los ingresos económicos (López, 2010). El más reconocido de estos modelos ha sido el de Tinto, que merece revisión especial.

Tinto define en 1975 la deserción como el proceso de abandono voluntario o forzoso de la carrera en la que se matricula un estudiante, por la influencia de circunstancias internas o externas, las que pueden ser positivas o negativas (Canales, 2007). Este corresponde a un modelo de interacción u organizacional. Estos modelos toman en cuenta dimensiones académicas, individuales, institucionales y socioeconómicas para explicar la deserción (Díaz, 2008). Tinto sostiene que:

“El proceso de deserción universitario puede ser visto como un proceso longitudinal de interacciones entre el individuo y los sistemas académico y social de la institución durante el cual las experiencias de la persona en estos contextos modifican continuamente sus metas y compromisos con la institución, orientando a la permanencia o a diferentes formas de abandono” (Soto, 2018, p. 14, traducción desde Tinto, 1975).

De esta manera, la deserción se entiende como un proceso y no un hecho discreto, compuesto de cinco etapas: primero los jóvenes arrastran antecedentes personales de sus contextos, entre ellos, familia, escolarización y características intrínsecas. En segundo lugar, los estudiantes generan expectativas sobre el ambiente universitario y establecen compromisos iniciales. Para estudiantes de bajos recursos, esto es de especial importancia pues es común que estos sean la primera generación en sus familias en ingresar a la Universidad, por lo que no existe una relación cercana con el ambiente universitario. En tercer puesto, la integración individual en el sistema académico y social es el principal condicionante de continuidad (Soto, 2018). Desde esta integración se crean nuevos compromisos y metas con la universidad, y en último lugar estas nuevas concepciones determinan la decisión del estudiante de permanecer o abandonar el sistema de educación superior.

Otros estudios de la realidad chilena confirman la multicausalidad expresada en el modelo de Tinto. En efecto, se constata que la deserción universitaria es un fenómeno multicausal, donde influyen factores de habilidad individual del estudiante, socioeconómicos y demográficos, pero también factores que guardan relación con la calidad del establecimiento de enseñanza media, de la carrera y de la Universidad a la cual se accede. También se constata un problema de financiamiento en el fenómeno de deserción, ya que estudiantes de mayores ingresos y los que reciben ayuda para el financiamiento presentan una probabilidad estadísticamente significativa menor de desertar. Además, se observa heterogeneidad dentro del sistema de educación, siendo la calidad de la universidad y el tipo de carrera a la que accede el estudiante también factores importantes que influyen en la deserción (Larroucau, 2015).

Dentro de las discrepancias con lo que se observa en Chile, Tinto (1982) considera que el problema de los bajos ingresos podría tener una interpretación positiva, por cuanto el esfuerzo de las familias por matricular a su hijo en la universidad sería un factor

motivante para la persistencia dada la valoración de dicho esfuerzo. Sin embargo, estos estudiantes podrían desertar por causal de un bajo rendimiento influenciado por la menor preparación académica y menor capital social que tienen estos estudiantes frente a sus compañeros. A pesar de esta motivación que propone Tinto, en Chile se observa que los estudiantes de bajos recursos son los que más desertan, por lo que de existir dicha motivación extra, ésta no es suficiente para lograr la permanencia del estudiante (Saldaña & Barriga, 2010).

Es importante notar que con el paso del tiempo se ha producido una evolución conceptual en torno al concepto de abandono (López, 2010). Así se ha pasado de hablar de deserción, término donde la responsabilidad del fenómeno parece atribuirse en su totalidad al estudiante, a abandono, donde se percibe más como un fracaso íntegro del sistema. Además, se cambia el foco desde la deserción a la retención, involucrando a las instituciones y al propio sistema de educación superior.

En efecto, las investigaciones y los modelos realizados para explicar el abandono también han pasado por etapas donde se ha cambiado el foco sobre quién tiene la responsabilidad del fallo. Siguiendo a López (2010), es posible identificar tres períodos dentro de la investigación en torno al abandono. El primero previo a 1975, caracterizado por centrar la atención en características sólo de los estudiantes, por tanto, centrando el fallo en ellos y no en las instituciones. Esta etapa se conoce como de “culpabilización de la víctima”.

Posteriormente, el modelo de Tinto (1975) detallado anteriormente puede ser visto como el inicio de la segunda etapa investigativa, donde se vincula al estudiante con su entorno. Esta etapa, considerada como de “integración”, si considera a las instituciones, las que están en interacción con el estudiante, sin embargo, centra la responsabilidad del éxito de los procesos interactivos entre ambos mayoritariamente en el estudiante. Por lo tanto, se observa la persistencia en torno al término de deserción, ya que ésta se produce cuando el estudiante falla en integrarse a la institución. En la etapa más reciente, la investigación vincula al estudiante y a la institución desde la adaptación, configurando “una visión relacional”. En esta visión, en contraparte a la anterior, la universidad asume una visión de adaptación, reconoce la diversidad del estudiantado y es capaz de acogerlo y convertirlo en profesional (López, 2013).

En el último informe de Retención de 1er año de Pregrado, publicado en agosto de 2021 por SIES, de acuerdo con la Tabla 3, el porcentaje de Retención de 1er año de Pregrado para la cohorte 2020, que considera la continuidad de la cohorte de origen en el año académico 2021, es de 75,6%, siendo la Persistencia en 1º año en una carrera universitaria en la misma universidad es del 76,8% y la Persistencia en una institución de la educación superior es del 82,1%. Dando a entender que un estudiante que deserta una carrera en particular no necesariamente deja la educación superior, sino que puede buscar alternativas dentro de la misma institución de educación superior u otra.

Tabla 3

Porcentaje de Retención, Persistencia en la misma institución o en otra para 1° año de pregrado, diferenciado por tipo de institución.

Tipo de institución	Retención 1° año	Persistencia 1° año en la misma IES	Persistencia 1° año en ES	N° casos retención 1° año
CFT	66,2%	67%	74%	54.302
IP	68,8%	70,1%	74,7%	106.679
Universidades	85%	86%	92%	130.092
Total	75,60%	76,80%	82,10%	291.073

Fuente: Retención de 1er año de Pregrado, SIES 2021.

Por otro lado, se estudio la evolución de la retención a través de los años, desde el 2016 hasta el 2020, los datos se observan en la siguiente Tabla 4:

Tabla 4

Evolución a través de los años de Retención de 1° año, diferenciado por tipo de institución.

Tipo de institución	2016	2017	2018	2019	2020	Variación p.p 2019-2020
CFT	66,7%	68,8%	70,5%	67,8%	66,2%	-1,6%
IP	68,5%	71,0%	72,4%	69,4%	68,8%	-0,6%
Universidades	78%	79%	79%	80%	85%	5,3%
Total	72,4%	76,8%	75,0%	73,6%	75,6%	2%

Fuente: Retención de 1er año de Pregrado, SIES 2021.

En la cual se observa que, en el año 2019, la Retención de primer año bajo -1,4 p.p respecto al año anterior, esto debido a la situación del país por el estallido social vivido el año 2019, que retraso el año académico del 2020 y además de la pandemia del Covid-19 que dificulto el desarrollo normal de todas las actividades, no solo las educativas y la incertidumbre de la alerta sanitaria como tal.

Analizando los años anteriores a esos dos factores, en el año 2016 la Universidad de Chile realizó un estudio llamado "Deserción Estudiantil de primer año en la Universidad de Chile" a los estudiantes de primer año. Del total de estudiantes nuevos que ingresaron en el año 2015, 734 de ellos no se matricularon en marzo de 2016, de los cuales 214 (29%) participaron del estudio. Del porcentaje que participo en el estudio, las principales causas identificadas fueron por tipo vocacional (56%), integración social (26%) y factores externos (18%). Esto sugiere que de los estudiantes que abandonan, una mayoría puede hacerlo debido a problemas vocacionales, lo que en conjunto con un

sistema de educación superior con baja flexibilidad configuran condiciones que favorecen un temprano abandono. En efecto, un estudiante que, por ejemplo, experimenta problemas vocacionales durante su primer año en la universidad, difícilmente podría continuar en su misma casa de estudios, pero en otra carrera, sin mediar un nuevo paso por el sistema de admisión. Esto en parte puede explicar que si bien existen aún elevadas cifras de abandono de 1er año en la educación superior, éstas no son del todo definitivas, pues existe una alta reincorporación al sistema de estudiantes que abandonan.

3.3 Ayudas financieras y su impacto en la permanencia

El impacto de las ayudas financieras en la equidad del sistema de educación superior se puede analizar tomando como referencia la trayectoria académica, en la que se identifican cuatro etapas: Acceso, permanencia, desempeño y resultados. Su impacto en el acceso es la etapa que ha concentrado la mayor parte de los estudios (Arzola, 2021; Donoso y Schiefelbein, 2007; Latorre et al., 2009; Casanova, 2015; Santelices et al., 2016; Espinoza et al., 2021). En cuanto a cómo las ayudas financieras influyen en la permanencia, a nivel internacional, por ejemplo, en Estados Unidos los estudios de St. John, et al. (1994) y Paulsen y St. John (2002) muestran que tanto becas como créditos tienen un efecto positivo en la permanencia de los estudiantes de un año al otro. A nivel nacional, los estudios son más bien acotados a la situación particular de ciertas universidades. Horn, Santelices y Catalán (2014) determinaron que las ayudas estudiantiles, tanto del Estado como de la institución, contribuyen positivamente a la persistencia de los estudiantes. Si se distingue por tipo de ayuda, Barrios, Paredes y Meneses (2011) concluyen que el CAE es más eficaz que el Crédito Fondo Solidario, el que a su vez es más efectivo que las becas en retener a estudiantes. El crédito de Fondo Solidario es un beneficio económico para financiar total o parcialmente el arancel de referencia, se otorga en UTM con interés del 2% anual y a estudiantes que se matriculan en primer año, que pertenezca al 80% de la población con menores ingresos y no cuenten con algún título profesional o técnico, en cambio el CAE es en UF con el interés del 2% y no tiene mayores requisitos, solo no haber egresado de una carrera y estar matriculado en una. Alarcón, Santelices, Horn y Gonzalez (2018) concluyen en la misma línea respecto al CAE.

Si bien existe evidencia que señala que la ayuda financiera contribuye a la retención, los estudios se han realizado mayoritariamente en torno a los créditos y becas existentes hace años, sin realizarse mayores estudios de medición del impacto de la “gratuidad” en la disminución de las inequidades en el sistema de educación superior. Ligado a la gratuidad, aunque no a las universidades, Flores (2020) estudió como la política de gratuidad se relaciona con el desempeño académico en la educación superior técnica profesional, específicamente el caso del DUOC UC. Presenta resultados interesantes como que la deserción media en instituciones que accedieron a la gratuidad cayó en promedio 2 puntos porcentuales entre 2015 y 2017 (SIES, 2017). Durante el 2016 y el 2017, la deserción en el DUOC UC cayó 5,2 puntos porcentuales, lo que parece ser explicado por la gratuidad. Además, indica que, si bien la gratuidad correlaciona

positivamente con indicadores académicos, se obtienen mejores efectos con la reducción del copago o financiamiento compartido.

Díaz (2017) realizó un estudio del impacto del tipo de financiamiento sobre la probabilidad de retención de primer año en la Universidad de Chile. El estudio concluye que contar con beca tiene diferencias positivas en la probabilidad de retención, siendo los beneficiarios de gratuidad aquellos que tienen la mayor diferencia positiva estadísticamente significativa, teniendo un 7% más de probabilidades de retención. Además, señala que quienes son destinatarios de arancel y además complementan con CAE, presentan diferencias negativas estadísticamente significativas en la probabilidad de retención, de magnitud de un 4%.

Actualmente las cifras de retención de 1er año son mayores en los estudiantes que poseen beneficios estudiantiles que en aquellos que no los tienen:

Tabla 5

Porcentajes de retención para estudiantes de primer año en la educación superior, diferenciado por tipo de institución y beneficios económicos.

Tipo de institución	Con Beneficios	Sin Beneficios	Total General	Diferencia p.p
CFT	70,4%	55,2%	66,2%	15,1
IP	75,3%	60,0%	68,8%	15,2
Universidades	89%	77%	85%	11,4
Total	80,50%	66,30%	75,60%	14,2

Fuente: Informe de retención, SIES 2021.

La concepción relacional del abandono permite que las instituciones de educación superior se hagan parte del problema. Esto hace que beneficios como el de gratuidad no solo tenga un efecto sobre el estudiante, sino que también que las Universidades generen programas que busquen dar solución al problema. De hecho, el beneficio de gratuidad está limitado por el Estado a que los estudiantes no excedan el tiempo de duración de carrera, lo que aumentaría los incentivos para que las instituciones fomenten la graduación oportuna (Von Hippel & Hofflinger, 2020).

3.4 Estudiantes de Primera Generación

Los estudiantes de primera generación (EPG) son aquellos individuos que han sido los primeros miembros de sus familias directas en proseguir estudios en alguna institución de educación superior. La expansión de la matrícula de educación terciaria a nivel

mundial propició el ingreso a este nivel educativo de grupos antes excluidos. Al ser primerizos en el ingreso a la Educación superior en sus entornos, estos estudiantes carecen de referencias cercanas que les transmitan su experiencia propia en este nivel educativo (Olave, 2019). En este contexto, los EPG han sido objeto de interés para los investigadores a nivel mundial. En efecto, la evidencia Americana y Europea establece que:

- El nivel educativo de los padres es más determinante para el acceso a la educación superior que la situación laboral o financiera.
- La clase social relaciona directamente con el acceso a educación superior.
- Estos estudiantes a menudo optan por programas educativos de tiempo parcial o de corta duración para compatibilizar estudios con jornadas laborales.
- Los EPG acceden más a clases recuperativas que estudiantes continuistas.
- Los EPG presentan en general mayores tasas de abandono y menor desempeño.
- Estos estudiantes tienen serias dificultades “gestionando su tiempo” y para cumplir con las actividades académicas requeridas.
- Los EPG poseen menos recursos externos de apoyo para la integración estudiantil.

En resumen, estos estudios revelan que los EPG han sido marginados dentro de las instituciones y que estas no han logrado responder a las necesidades de estos estudiantes para una integración adecuada a la universidad y los graduados reciben menos ingresos (Jarpa-Arriagada, 2021; Collier & Morgan, 2008; Hunt and Seiver, 2018; Jehangir, 2010; Nunez & Cuccaro-Alamin, 1998; Thomas & Quinn, 2007).

Los estudios realizados en Chile confirman que los EPG se enfrentan a mayores dificultades que sus pares continuistas tanto para acceder como para permanecer en la educación superior. En efecto, el acceso al sistema de educación superior depende de los resultados obtenidos en la Prueba de Transición (PDT), reemplazante de la antigua Prueba de selección universitaria (PSU). Dichos resultados están segregados tanto por el nivel de ingresos de las familias de los estudiantes como por la dependencia del establecimiento de educación secundaria de origen. En efecto, los estudiantes provenientes de establecimientos privados y de colegios científicos humanistas suelen obtener mayores puntajes que egresados de establecimientos públicos y técnico profesionales (Antivilo & Barrios, 2006; Contreras et al., 2007; González and Dupriez, 2017; Koljatic and Silva, 2006, 2010; Valdivieso et al., 2006).

Los EPG provienen en general de sectores de bajos ingresos y mayoritariamente de establecimientos de educación secundaria públicos o particulares subvencionados, que presentan peores resultados en la prueba de acceso, al mismo tiempo que reciben a la mayoría de los estudiantes del país. Esto hace que de los estudiantes que rinden la prueba para acceder a la educación superior, una mayoría sea EPG. Sin embargo, proporcionalmente los estudiantes que obtienen al menos 450 puntos en la prueba, puntaje mínimo para la postulación a las universidades adscritas al SUA, son mayoritariamente los estudiantes continuistas. El 2019, un 65,5% de los estudiantes que rindieron la prueba de admisión eran EPG, mismo porcentaje que el 2012 (Espinoza et al, 2021). Por otro lado, el mismo 2019 sólo un 50,4% de los EPG obtuvo al menos 450

puntos en la prueba, mientras que el 75% de los continuistas superó dicho umbral. Esto genera una subrepresentación de estos estudiantes en el sistema de educación superior, a pesar de que han ido aumentando en general la proporción de matrícula que representan en las universidades. De hecho, el 2019, un 51,5% de los estudiantes matriculados en las universidades del CRUCH era EPG, mientras que para el 2015 representaban un 46,3% en dichas universidades. Este incremento durante el período 2015-2019 puede ser en parte atribuible a la gratuidad, ya que motivó la participación de estudiantes socialmente desaventajados (Espinoza et al, 2021).

Si bien es innegable que se ha conseguido avanzar en la equidad en el acceso de los EPG, en parte gracias a las ayudas financieras otorgadas a estudiantes y en particular a la gratuidad (por lo que concierne en este estudio), es importante indagar si la gratuidad ha influido en la retención de los EPG en la educación superior dado el nivel de recursos públicos involucrados en el financiamiento de dicho beneficio además de las implicancias sociales que tiene el acceso a la educación superior para la población y el país.

Como se ha visto la permanencia depende de múltiples factores asociados tanto al estudiante como a la institución a la que asiste, así como también de las interacciones que surgen de esta relación. En este sentido, los EPG presentan problemas adicionales a los alumnos continuistas a la hora de permanecer en la universidad. Su procedencia desde establecimientos de educación secundaria en general de menor calidad los hace enfrentar problemas académicos consecuencia de la educación deficiente recibida en el nivel secundario, así como también falta de hábitos de estudio (Canales & De los Ríos, 2009). La adaptación social de estos estudiantes también puede verse dificultada por las distintas realidades de procedencia, exponiendo a los EPG a códigos culturales desconocidos para ellos.

Soto (2016) en un estudio cualitativo realizado en una universidad chilena encontró que las principales tensiones experimentadas por los EPG se dan durante el primer año. Además, confirma que algunos de estos estudiantes tienen problemas para desarrollar hábitos de estudio y fortalecer su compromiso con la carrera, dando cuenta de problemas académicos que perduran incluso transcurridos varios años, razón por la que el presente estudio enfoca su atención durante los 3 primeros años de carrera, yendo más allá de la retención de 1er año.

Capítulo 4: Metodología

4.1 Datos

Los datos para este estudio fueron facilitados por el equipo del Proyecto FONDECYT N° 1200343 titulado: “Contribución de los programas e instrumentos de ayuda estudiantil a la reducción de las brechas de inequidad en las trayectorias académicas de estudiantes de universidades chilenas públicas y privadas”, dirigido por el profesor Óscar Espinoza de la Universidad de Tarapacá.

Este estudio busca estimar el impacto que ha tenido la gratuidad en la permanencia de estudiantes de primera generación en el área de STEM pertenecientes a las universidades adscritas al SUA. Para lograr dicho alcance el análisis cuenta con datos de los estudiantes de 9 universidades, las que fueron elegidas de manera diversa en cuanto a selectividad, ubicación y dependencia, con el objetivo de ser efectivamente una muestra lo más representativa posible del SUA. El detalle se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6

Casas de estudios de las que se obtuvo la muestra utilizada en el estudio.

Universidad	Dependencia	Zona geográfica	Selectividad
Universidad 1	Privada	Central	Alta
Universidad 2	Pública	Sur	Media
Universidad 3	Privada	Sur	Baja
Universidad 4	Pública	Sur	Baja
Universidad 5	Pública	Central	Alta
Universidad 6	Pública	Sur	Media
Universidad 7	Pública	Norte	Baja
Universidad 8	Pública	Sur	Media
Universidad 9	Pública	Central	Alta

Nota. Los nombres de las universidades fueron omitidos por motivos de confidencialidad.

La base de datos a utilizar es un seguimiento de los 6 primeros semestres de los estudiantes pertenecientes a las cohortes 2010 y 2016 matriculados en carreras pertenecientes al área STEM en las 9 universidades que componen el estudio. Posee la información por período y por estudiante de sus antecedentes académicos, cursos inscritos, notas e información socioeconómica.

4.2 Presentación de Datos

La información disponible puede agruparse en dos momentos para cada estudiante: uno correspondiente a características previas al ingreso a la educación superior, cuyas variables además se mantienen constantes en el tiempo. Se muestran en la tabla 7:

Tabla 7

Variables del estudiante previas al ingreso.

Variable	Descripción	Tipo de variable
Id	Número de identificación asociado cada estudiante	Variable numérica de identificación
Sexo	Sexo del estudiante	Variable dicotómica: {0: Mujer, 1: Hombre}
Ingreso_familiar	Tramo del ingreso familiar	Categoría: [1, 8]
Q_ingreso	Quintil de acuerdo al tramo de ingreso familiar	Categoría: [1, 3]
D_ingreso	Decil de acuerdo al tramo de ingreso familiar	Categoría: [1, 6]
Escolaridad	Nivel de escolaridad de ambos padres juntos.	Categoría: 1: Ambos padres sin educación superior
Dep_educ	Dependencia administrativa del establecimiento secundario	Categoría: 1: Particular privada 2: Particular subvencionada 3: Municipal
Psu_mat	Puntaje PSU matemática	Continua: [4.0, 8.5]
Psu_len	Puntaje PSU lenguaje	Continua: [4.0, 8.5]
Nem	Puntaje NEM	Continua: [4.0, 8.5]

Fuente: Elaboración propia.

Un segundo grupo de variables lo constituyen aquellas relacionadas a la estadía del estudiante en el SES. Dentro de estas hay algunas cuyos valores se mantienen constantes en el tiempo y otras cuyo valor depende del instante temporal que se esté observando. Estas variables se presentan en la tabla 8:

Tabla 8

VARIABLES RELACIONADAS A LA ESTADÍA DEL ESTUDIANTE EN EL SES.

Variable	Descripción	Tipo de variable
Universidad	Universidad del estudiante	Categórica
Año_ingreso	Año ingreso a la carrera	Variable dicotómica: [2010, 2016]
Nom_carrera	Nombre de la carrera de acuerdo al código DEMRE	Categórica de texto
Via_ingreso	Vía de ingreso a la carrera	Categórica
Casig	Código de la asignatura	Variable numérica
Año_asig	Año de inscripción de la asignatura	Variable numérica: [2010, 2010]
Semestre_asig	Semestre en que el/la estudiante inscribió la asignatura	Variable categórica: 1: Primer semestre 2: Segundo semestre
Nota	Calificación final obtenida en la asignatura inscrita	Variable numérica: [1.0,7.0]
Grat	Gratuidad para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}
Cae	Credito con Aval del Estado para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}
Bcn	Beca Nuevo Milenio para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}
Bjgm	Beca Juan Gómez Millas para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}
Bb	Beca Bicentenario para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}

Variable	Descripción	Tipo de variable
Bvp	Beca Vocación de Profesor para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}
Bhpe	Beca para Hijos de Profesionales de la Educación para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}
Fcs	Fondo Solidario de Crédito Universitario para el año indicado	Variable dicotómica: {0: No, 1: Si}

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Introducción al análisis de supervivencia

El análisis de supervivencia es un conjunto de herramientas cuyo objetivo es estudiar el tiempo que transcurre entre un instante inicial y la ocurrencia de un evento de interés. Si bien en un principio fueron concebidos como métodos de estudio para estudios bioestadísticos, su naturaleza temporal lo hace una buena alternativa para el análisis de procesos longitudinales, siendo de utilidad en el estudio de sistemas educativos, especialmente -y en línea con los objetivos del presente estudio- en sistemas de educación superior (Desjardins, 2003). Los siguientes conceptos básicos son de importancia para el entendimiento del funcionamiento del modelo a utilizar y de los resultados a obtener de él.

4.3.1 Conceptos básicos del análisis de supervivencia

- **Evento:** El evento corresponde a cierto suceso (de interés para la investigación) a cuya ocurrencia están expuestos los individuos que incluyen el estudio.
- **Tiempo de vida:** Corresponde al tiempo que transcurre entre un instante inicial y la ocurrencia del evento. Es una variable aleatoria positiva y se denota por T . Este tiempo puede ser medido en distintas unidades, por ejemplo, días, semanas, meses, etc. Para el presente estudio, la unidad de tiempo utilizada corresponde al semestre, ya que la información disponible esta recabada de manera semestral. El instante inicial corresponde al primer semestre de la cohorte a la que pertenece cada estudiante. Así, para un estudiante de la cohorte 2010, el primer semestre del año 2010 será su instante inicial, mientras que para uno de la cohorte 2016, su instante inicial es el primer semestre del año 2016. El tiempo de observación del estudio corresponde a 6 semestres. Esto debido a que la información disponible no permite la correcta elaboración del indicador del evento posterior al sexto

semestre, ya que la construcción del indicador Evento se realiza utilizando la información de las observaciones futuras (para saber si un estudiante sufrió el evento el sexto semestre, se constata la existencia o no de registros del mismo estudiante durante el séptimo semestre). Originalmente los datos contaban con un seguimiento durante 8 semestres. Como el abandono suele suceder durante los finales de año (segundo semestre de cada año, o semestres pares), la inclusión del séptimo semestre no se consideró como un aporte importante para la evaluación del abandono del cuarto año ya que no corresponde a semestre par, y la inclusión del octavo semestre no es posible por cómo se construye el indicador Evento. Es posible que ciertos individuos no presenten la ocurrencia del evento a lo largo del período de observación, caso en el que es registrado su tiempo de seguimiento y la observación pasa a ser censurada.

- **Censura:** Corresponde al fenómeno que se presenta cuando la información posee alguna incompletitud debido a la no ocurrencia del evento en el tiempo en que se sigue una observación o durante el tiempo total del estudio. Existen principalmente 3 tipos de censura. Cuando el individuo excede el último período de observación se habla de censura por la derecha o “right censoring”. Si es que el individuo presentaba registros antes del primer periodo de observación entonces se trata de censura por la izquierda o “left censoring”. El tercer tipo es cuando por alguna situación terminan los registros sin haberse presentado el evento de interés. Esto puede darse, por ejemplo, con la graduación de un estudiante antes del último periodo de observación de un estudio de retención. Esta situación recibe el nombre de censura aleatoria o “random censoring” (DesJardins, 2003).
- **Función de supervivencia:** Generalmente se denota por $S(t)$ y representa la probabilidad de que el tiempo de vida T exceda cierto valor t :

$$S(t) = P(T > t)$$

Esta función debe ser no creciente y cumplir $S(0) = 1$ y $S(t) = 0$ para $t \rightarrow \infty$.

- **Función de riesgo:** Corresponde al riesgo de sufrir el evento en el tiempo t , dado que hasta entonces no ha ocurrido. Generalmente se denota como $h(t)$ y su definición es:

$$h(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P(t < T < t + \Delta t | T > t)}{\Delta t}$$

Esta función es de suma importancia, pues uno de los objetivos de los análisis de supervivencia es determinar una relación entre el tiempo de sobrevivencia y variables explicativas y usualmente, los modelos utilizan esta función para este objetivo. Uno de los modelos más relevantes corresponde al modelo de regresión de Cox

(1972), que utiliza la función de riesgo para sus cálculos y es el que se utiliza en el presente estudio.

4.4 Modelo de regresión de Cox

El modelo de Cox (1972) es un tipo de regresión que busca determinar el efecto de las variables explicativas sobre la función de riesgo. Plantea básicamente que la función de riesgo para un instante t corresponde al producto entre una función de riesgo base dependiente del tiempo y una expresión dependiente de las variables explicativas. Luego la función de riesgo tiene la forma:

$$h_i(t|x_{1i}, \dots, x_{pi}) = h_0(t)\exp(\beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi})$$

Luego, mediante la razón de los riesgos el modelo de Cox estima el efecto de las variables, sin que dependa de la función de riesgo base. En efecto, para dos individuos que presentan una diferencia de Δ en la variable x_1 , la razón de riesgos estará dada por:

$$\frac{h_i(t|x_{1i} + \Delta, \dots, x_{pi})}{h_i(t|x_{1i}, \dots, x_{pi})} = \frac{h_0(t)\exp(\beta_1[x_{1i} + \Delta] + \dots + \beta_p x_{pi})}{h_0(t)\exp(\beta_1 x_{1i} + \dots + \beta_p x_{pi})} = \exp(\Delta\beta_1)$$

Esta característica es la que produce que el modelo de Cox sea también conocido como modelo de riesgos proporcionales. Para el ajuste del modelo, basta una observación por individuo, sin embargo, los datos disponibles corresponden a un seguimiento de estudiantes durante varios semestres, presentando múltiples observaciones para cada individuo, por lo que es necesario adaptar el modelo a observaciones de este tipo.

Para la implementación de este modelo con los datos disponibles, es necesaria la creación de la variable respuesta que identifica la ocurrencia del evento de interés, pero además es necesario ubicar la ocurrencia del evento en un momento temporal específico. Para lograr esto, se procede similar a un modelo de conteo, definiendo una segunda variable de tiempo que permita definir un intervalo temporal para cada registro en la base. Este segundo marcador se define simplemente como $t_{0i} = t_{1i} - 1$, siendo t_{1i} el marcador temporal original que señala el semestre del registro i . Con ambos marcadores, cada registro en la base representa la información de un estudiante para el intervalo $[t_{0i}, t_{1i})$. Luego, si para un estudiante i la variable objetivo toma el valor 1 en el (por ejemplo) tercer semestre, esto quiere decir que el estudiante abandonó o congeló su programa de estudios en el período de tiempo $[3, 4)$.

4.5 Comprobación de supuestos

El modelo de Cox asume ciertas condiciones para su funcionamiento. Es de importancia comprobar en que medida el modelo implementado cumple con dichas condiciones para conocer el nivel de validez del mismo. Los principales supuestos del modelo y que serán verificados en este trabajo son: (i) linealidad de las variables continuas, (ii) no influencia significativa de observaciones particulares y (iii) la proporcionalidad de los riesgos. La verificación del cumplimiento de las condiciones nombradas no es muy reciente en este tipo de modelos (), y suele hacerse mediante el cálculo de distintos residuos que permiten concluir acerca de alguna de las condiciones. En este trabajo se utilizarán los siguientes residuos:

4.5.1 Supuesto de riesgos proporcionales

Para el testeo de este supuesto se utiliza por un lado un diagnóstico basado en los residuos de Schoenfeld escalados, como proponen Grambsch & Therneau (1994). Mediante la función `cox.zph()` del paquete `survival` de R, se implementa un test que contrasta las siguientes hipótesis:

$$H_0: \beta(t) = \beta$$

$$H_1: \beta(t) \neq \beta$$

El test se realiza tanto para cada covariable del modelo como para el ajuste global. La función entrega un puntaje del test y un p-value. En general, un pequeño valor del p-value (típicamente $p < 0.05$) se entenderá como una violación del supuesto de riesgos proporcionales.

4.5.2 Supuesto de linealidad de las variables continuas

La evaluación de este supuesto está basada en los residuos de Martingala, los que fueron introducidos en primera instancia por Barlow & Prentice (1988), quienes mostraron que el gráfico de estos residuos entrega información de la elección de la forma del modelo. Posteriormente, Therneau et al (1990) profundizaron acerca del uso de estos residuos en el estudio de la forma funcional de las covariables. Para realizar el estudio de alguna covariable, ellos sugieren ajustar un modelo de riesgos proporcionales omitiendo la covariable en cuestión y calcular los residuos de Martingala. Estos residuos se grafican versus la covariable omitida revelando la forma funcional correcta de la covariable. Para facilitar la interpretación del gráfico, se superpone un suavizamiento sobre el gráfico de residuos, el que tener forma de función lineal si es que la covariable cumple con el supuesto. Es importante la comprobación de este supuesto y la realización de las correcciones necesarias sobre las variables que lo hubiesen infringido de manera previa a realizar la comprobación del supuesto de riesgos proporcionales (Keele, 2010). La

comprobación de este supuesto se realiza para las covariables continuas que componen el modelo.

La obtención de los gráficos de los residuos de Martingala para la comprobación de este supuesto se realiza mediante la función `ggcoxfunctional()` de la librería `survminer`.

4.5.3 Influencia de observaciones particulares

La comprobación de este supuesto se realiza mediante el gráfico de dos residuos distintos: deviance y `dfbetas`. Therneau et al. (1990) inspirados en los residuos deviance para los modelos lineales generalizados, definieron los residuos deviance para el modelo de Cox como:

$$d_i = \text{sgn}(\widehat{M}_i) [-2\{\widehat{M}_i + \delta_i \log(\delta_i - \widehat{M}_i)\}]^{1/2}$$

Del supuesto de formas funcionales se observa que en esencia, este residuo corresponde a una transformación de los residuos de Martingala. Al graficar los residuos deviance, estos formarán una distribución aproximadamente normal si es que los datos presentan menos de 25% de censura. Para valores de censura por sobre el 40%, se produce una acumulación de puntos cerca de 0 haciendo que la distribución no sea normal, pero manteniendo una forma simétrica (Therneau et al., 1990).

Por otro lado, con el objetivo de testear la influencia que observaciones particulares pudiesen tener sobre la estimación de los coeficientes calculados por el modelo, se utilizan los residuos `dfbetas` y se denotan como D_s . Estos corresponden a una estandarización de los residuos `dfbeta`. Generalmente, para set de datos pequeños y hasta medianos, una observación i es considerada influyente si presenta un valor $D_s > 1$. En el caso de set de datos grandes, la observación se considera influyente si cumple $D_s > 2/\sqrt{n}$ (Xue & Schifano, 2017).

4.6 Filtros aplicados y creación de nuevas variables

Las variables presentadas anteriormente corresponden a la información disponible en su forma bruta. Para la implementación del modelo estadístico final, a los datos en bruto se le aplican filtros directamente a algunas variables originales con el fin de seleccionar la población que forma parte del estudio. Además, se construyen nuevas variables a partir de las originales con el objetivo de agregar información útil para los fines del estudio. A continuación, se detallan estos cambios realizados:

- Filtro por situación socioeconómica: Como la gratuidad es otorgada bajo requisitos socioeconómicos, los datos se filtran bajo este criterio con el fin de obtener poblaciones que estén dentro de los rangos de ingresos beneficiados por la gratuidad al momento de su promulgación (primeros 5 deciles). Sin embargo, los deciles son utilizados recientemente como la clasificación de ingresos, mientras que para el 2010 el indicador utilizado era el quintil de ingresos, por lo que los registros de esta cohorte reportan solamente este indicador. Se puede aproximar la información faltante asumiendo que el quintil 1 equivale a los deciles 1 y 2, el quintil 2 a los deciles 3 y 4 y así sucesivamente. Con el objetivo de albergar en la población final del estudio solo a estudiantes que cumplan con el requisito de ingresos de la gratuidad, los datos son filtrados bajo la siguiente regla: $q_ingreso_i \leq 2$. De esta manera se asegura que en la población sólo queden estudiantes potencialmente beneficiarios de gratuidad. Por contraparte, este filtro posee la desventaja de eliminar a los estudiantes del quintil 3, los que podrían pertenecer al decil 5, es decir potenciales beneficiarios, o al decil 6, quienes exceden los ingresos requeridos inicialmente por la gratuidad para su otorgamiento. Por esta razón se excluye el quintil 3.
- Filtro por nivel de escolaridad de los padres: El presente estudio se centra en los EPG y en línea a la definición de X, los identifica como aquellos estudiantes cuyos ambos padres no asistieron a la educación superior. El centrar el estudio en esta población específica, además de hacer sentido por tratarse de un sector desplazado hasta ahora en el SES, tiene también un fin estadístico. Como este estudio plantea calcular el impacto de la gratuidad utilizando una población perteneciente a otro período temporal como comparación de los realmente beneficiados, es necesario asegurar que las poblaciones en el estudio sean efectivamente lo más comparables entre sí. Es decir, que las diferencias existentes entre las poblaciones, asociadas a que son observaciones realizadas a poblaciones diferentes y en distintos períodos de tiempo, sean mínimas. La literatura revisada permite sostener que los EPG son estudiantes que comparten múltiples características en común y que presentan experiencias también similares a la hora de ingresar al SES. Luego, es factible argumentar que el acotar el estudio a los EPG resulta con una población efectivamente más comparable por las características en común de estos estudiantes (incluso en características no descriptibles mediante las variables), las que se asumen de mayor importancia que aquellas características asociadas al tiempo, ya que la diferencia entre los años en que se obtuvieron las muestras no es sustancialmente grande.
- Filtro por tipo de establecimiento de educación media: Lo segregado del sistema educacional chileno hace poco probable que EPGs cursen su educación media en establecimientos particulares. En los datos a utilizar, son muy pocos casos, por lo que la categoría de esta variable correspondiente a los colegios particulares privados fue excluida del set de datos a utilizar.

- Creación de marcador temporal t: El presente estudio considera el seguimiento de estudiantes durante los primeros 6 semestres. Para esto se crea el marcador t, que indica para cada estudiante a que semestre pertenece un determinado registro. Como 6 semestres corresponden a 3 años, para definir t se utilizan las variables año_ingreso y año_asig, además de semestre_asig como ilustra la Tabla 9:

Tabla 9

Creación del marcador temporal t.

Condición	Valor variable
Si(año_ingreso = 2010 \wedge año_asig = 2010 \wedge semestre_asig = 1)	t = 1
Si(año_ingreso = 2010 \wedge año_asig = 2010 \wedge semestre_asig = 2)	t = 2
Si(año_ingreso = 2010 \wedge año_asig = 2011 \wedge semestre_asig = 1)	t = 3
Si(año_ingreso = 2016 \wedge año_asig = 2016 \wedge semestre_asig = 1)	t = 1
Si(año_ingreso = 2016 \wedge año_asig = 2016 \wedge semestre_asig = 2)	t = 2
Si(año_ingreso = 2016 \wedge año_asig = 2017 \wedge semestre_asig = 1)	t = 3

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los marcadores para los semestres posteriores siguen la misma lógica.

- Creación de variable de promedio semestral: Originalmente se cuenta con las asignaturas que inscribió un estudiante en un determinado semestre y sus respectivas notas finales. De manera de agregar esta información, se calcula el promedio semestral para un estudiante como el promedio simple de las notas correspondientes a todos los ramos inscritos por el estudiante en el mismo período de tiempo. Esta variable presenta la limitación de no distinguir por el tipo de asignatura inscrita, es decir, si es que estas corresponden a ramos obligatorios de la malla, a cursos electivos, etc.
- Creación de variable PromPSU: En un principio se cuenta con los puntajes obtenidos por los estudiantes en las pruebas PSU de lenguaje y matemáticas, las que corresponden a las principales de ésta prueba de selección y que además son obligatorias para todos los estudiantes. De manera de agregar la información para su utilización en el modelo, se calcula para cada estudiante el promedio simple entre sus puntajes obtenidos en dichas pruebas. Adicionalmente, el resultado está

dividido por 100, para obtener valores que no difieran en ordenes de magnitud con respecto a las otras variables.

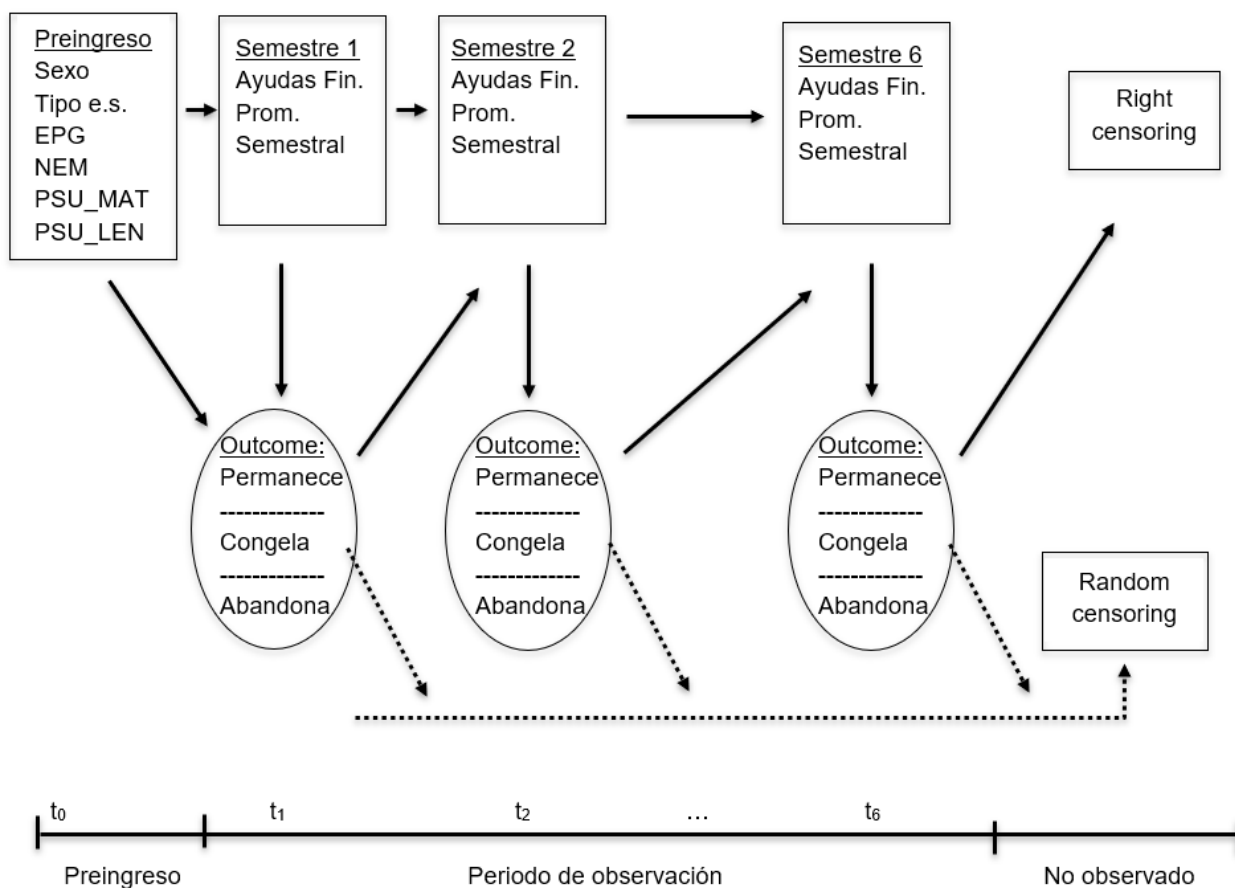
- Creación de variable de ayuda financiera: La categorización de la variable Ayuda Financiera se realizó para poder comparar la gratuidad con el resto de los beneficios. Previo a la implementación de la gratuidad, el Estado ofrecía distintas becas que en su conjunto cubrían en menor (aproximadamente $\frac{1}{4}$ del arancel) o mayor proporción (arancel casi completo) los costos de la educación superior, además de créditos. El 2016 se implementó la gratuidad que cubre el total del arancel de la carrera que cursa el estudiante. Adicionalmente, durante ambos periodos existió la posibilidad de financiar la educación superior mediante créditos (CAE y FCS). De la combinación de todas estas opciones de financiamiento nace la categorización de la variable. Sin embargo, por la acotación anterior de la población, el número de estudiantes en el set de datos a utilizar que pertenece a alguna de las categorías relativas a becas menores es muy bajo, por lo que finalmente la variable Ayuda Financiera se deja con las categorías Beca grande más crédito, beca grande sola, sólo crédito, gratuidad y sin ayuda. La categoría Gratuidad se define como referencia para facilitar la interpretación de los resultados.
- Creación de marcador para el abandono: Debido a que se busca estimar el impacto de las variables sobre la permanencia de los estudiantes en sus planes de estudio, es necesario marcar aquellos momentos en que dicha permanencia se interrumpe. El abandono, según X, puede ser de carácter temporal o definitivo. Para este estudio se construyen dos indicadores. El primero, “abandono”, asociado al abandono definitivo, y otro asociado al abandono temporal, llamado “congela”. Estos indicadores se construyeron de la siguiente manera: para cada estudiante (id única), se observa los semestres (según indicador t) en los que presenta actividad. Si presenta una discontinuidad en t, y esta es además el último registro que presenta el estudiante, entonces en dicho período t la variable “abandono” tomará el valor 1. Si en t se presenta una discontinuidad, pero el mismo estudiante vuelve a presentar registros en algún periodo posterior, entonces el indicador “congela” tomará el valor 1 para dicho t. Entonces, por ejemplo, un estudiante que no abandona ni congela durante el período de estudio presenta observaciones para $t=1, \dots, 6$. Si un estudiante tuviera una discontinuidad en $t=2$, esto es que el mismo estudiante presenta registro para $t=2$, pero no para $t=3$, tiene dos opciones. Si $t=2$ es efectivamente su último período observado (no presenta nuevas observaciones para $t=3, \dots, 6$), entonces para este estudiante en $t=2$ se cumpliría que $\text{abandono}=1$. Si por otro lado el mismo estudiante tras la discontinuidad en $t=2$ volviera a presentar registros, por ejemplo, en $t=5$ y $t=6$, entonces en dicho caso para $t=2$ se cumpliría que $\text{congela}=1$.

- Creación de la variable respuesta Y: Para la implementación del modelo de supervivencia es necesario crear la variable que indica el cumplimiento del evento en estudio y además, ubicar la ocurrencia de dicho evento dentro de un momento temporal específico. En la actualidad, se sabe que un porcentaje importante de los estudiantes que abandona una carrera se reintegra al SES en otra institución o carrera. Debido a que este estudio se centra en una muestra de las universidades chilenas y en carreras de un área del conocimiento determinada, resulta particularmente difícil afirmar si un estudiante abandonó el SES de manera definitiva o transitoria. Por esto, para efectos del presente trabajo, el abandono será considerado como cualquier interrupción en la trayectoria que normalmente debiese seguir un estudiante dentro de su carrera. Es decir, un estudiante es considerado como un caso de abandono si es que no presenta continuidad en los 6 semestres que considera el estudio, abarcando estudiantes que efectivamente hayan podido desertar definitivamente, como a aquellos que “congelan”, o abandonan el SES de manera temporal. De este modo, la variable respuesta del modelo, Y, es igual a 1 para un estudiante en un periodo t si es que dicho estudiante abandonó o congeló durante t.

A partir de las variables disponibles, se diseña un modelo longitudinal cuyo diagrama se muestra en la Figura 2. En él, el estudiante ingresa a la universidad con un conjunto de variables relativas a antecedentes académicos y sexo, características previas que según lo revisado anteriormente influyen en la retención. Dentro de la universidad, las variables que se hipotetiza influyen en la retención son las relativas a la ayuda financiera percibida por el estudiante y al desempeño de este, las que pueden ir variando semestre a semestre.

Un estudiante luego del primer período (semestre) tienen 2 posibles resultados: Por un lado, puede permanecer en la educación superior, en cuyo caso una línea sólida indica su paso al segundo semestre. Por otro lado, puede sufrir el evento de interés, es decir, abandonar el sistema de educación superior. Un tercer resultado posible es ser censurado. Para el presente estudio, los estudiantes sólo presentan censura por la derecha, es decir, solo sufren censura los estudiantes que transcurrido el tiempo de observación no experimentaron el evento. Son censurados los estudiantes que abandonan temporalmente la educación superior, resultado que es llamado “Congela”. Este tipo de censura está representado por la línea discontinua y es llamada “random censoring”. El otro caso de censura es el que se aplica a los estudiantes que, terminado el tiempo de observación, no presentaron el evento de interés y se representa con una línea sólida que sale del resultado “Permanece” del sexto semestre, último periodo de observación. Este tipo de censura lleva el nombre de “Rigth censoring”.

Figura 2: Diagrama ilustrativo del modelo



Fuente: Elaboración propia en base a adaptación del modelo de DesJardins (2003, p. 440).

4.7 Implementación del modelo

La implementación de todos los modelos, la comprobación de los supuestos y la totalidad de los cálculos estadísticos fueron realizados mediante el lenguaje de programación estadístico R, utilizando la plataforma de desarrollo RStudio. Las funciones utilizadas provienen principalmente de las librerías *survival* y *survminer*.

Los resultados principales a obtener corresponden a los coeficientes de riesgo asociado a cada variable, de manera de concluir como las mismas aumentan o disminuyen el riesgo de un estudiante de abandonar la educación superior. Para tal propósito, se ejecutan tres modelos distintos. El primero tiene como objetivo realizar una validación tanto de las variables como del set de datos escogido para componer el experimento. Esta validación se hace mediante la comprobación de que las variables y las observaciones incluidas en este modelo inicial cumplan con los supuestos en los que se basa el Modelo de Cox. De esta manera, se identifican las variables y observaciones que violen alguno de los supuestos y se realizan las acciones necesarias para subsanar la situación. El segundo modelo es construido considerando el proceso anterior y tiene como objetivo reportar los coeficientes que indican como el valor de una variable influye en el riesgo de los estudiantes de abandonar la educación superior. Este segundo modelo tiene como principal característica que ninguna de sus variables está interaccionada con el tiempo, por lo que los coeficientes representan un riesgo constante para todo el período de observación. El tercer modelo construido incluye interacciones de variables con el tiempo. Por un lado, si una variable viola el supuesto de riesgos proporcionales en el segundo modelo, esta debe ser incluida en el tercer modelo, pero interaccionada con el tiempo. Por otro lado, se incluye la variable de Ayuda financiera interaccionada con el tiempo, ya que es de interés para la investigación ahondar más profundamente en el efecto que las ayudas financieras consideradas en el estudio, especialmente la gratuidad, tienen sobre la permanencia de los estudiantes en el sistema de educación a lo largo de todo el período de observación.

En primera instancia se implementa un primer modelo básico con las variables escogidas en su forma “bruta”. Este modelo tiene la forma:

$$Y = \text{Sexo} + \text{PromPSU} + \text{NEM} + \text{Dep}_{educ} + \text{PromT} + \text{AF}$$

Este modelo será utilizado para realizar la comprobación del supuesto de linealidad de manera de validar las variables a utilizar. Si alguna de las variables incluidas en el modelo no cumple el supuesto, la variable debe ser transformada o redefinida, utilizando esta nueva variable para la elaboración de un segundo modelo. Este segundo modelo será utilizado para la obtención de los coeficientes constantes en el tiempo de las variables finales. Además, se realiza la comprobación de los supuestos restantes sobre este modelo. Por un lado, el supuesto de observaciones individuales influyentes busca validar el set de datos utilizado y por otro lado, con la comprobación del supuesto de riesgos proporcionales se busca determinar las variables que necesitan ser

interaccionadas con el tiempo e incluidas con dicha interacción en el último modelo. Este último modelo tiene como objetivo entregar los coeficientes definitivos a discutir.

Capítulo 5: Resultados

5.1 Análisis exploratorio

Primeramente, se presenta un recuento de la población total del estudio y del comportamiento de la variable abandono a lo largo del tiempo de observación, lo que se observa en la Tabla 10:

Tabla 10

Recuento de estudiantes y condición de permanencia o abandono durante el período de observación

	Recuento %	
2010		
Permanece	1.212	49,55%
Abandona o congela	1.234	50,45%
Total	2.446	
2016		
Permanece	1.153	49,72%
Abandona o congela	1.166	50,28%
Total	2.319	

Fuente: Elaboración propia.

En total, considerando los estudiantes de ambas cohortes y realizando un conteo de identificadores “id” únicos, la población de estudio se compone de 4.765 estudiantes. Un estudiante contabilizado en “Permanece” significa que durante el período de observación del estudio no abandonó ni congeló. Por otro lado, la categoría “Abandona o congela” contabiliza estudiantes que abandonaron o congelaron durante el período de estudio. Sin embargo, este abandono pudo haber ocurrido en cualquiera de los 6 semestres que componen el período de observación. El conteo de los abandonos por semestre para la población total se reporta en la tabla 11:

Tabla 11

Conteo de estudiantes que abandonan por cada semestre de observación.

Semestre abandono	Permanece	Abandona o congela
1	0	370
2	0	691
3	0	348
4	0	375
5	0	292
6	2.365	324
	2.365	2.400

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los estudiantes que permanecieron tras los 6 semestres se reportan solo en el semestre 6.

Según lo expuesto en Metodología, el modelo a construir utiliza variables de los estudiantes previas a su ingreso a la educación superior y otras posteriores. En primer lugar se reportan los resultados exploratorios de las variables previas y posteriormente aquellas variables relativas al momento posterior del ingreso al sistema. El recuento de la población de estudio según sexo se reporta en la Tabla 12:

Tabla 12

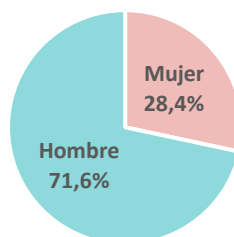
Recuento de estudiantes según sexo y condición de permanencia.

	Permanece	Abandona o congela	Total
2010			
Mujer	348	346	694
Hombre	864	888	1.752
Total	1.212	1.234	2.446
2016			
Mujer	326	331	657
Hombre	827	835	1.662
Total	1.153	1.166	2.319

Fuente: Elaboración propia.

Proporcionalmente la distribución de los sexos de la muestra completa se muestra en el gráfico 3:

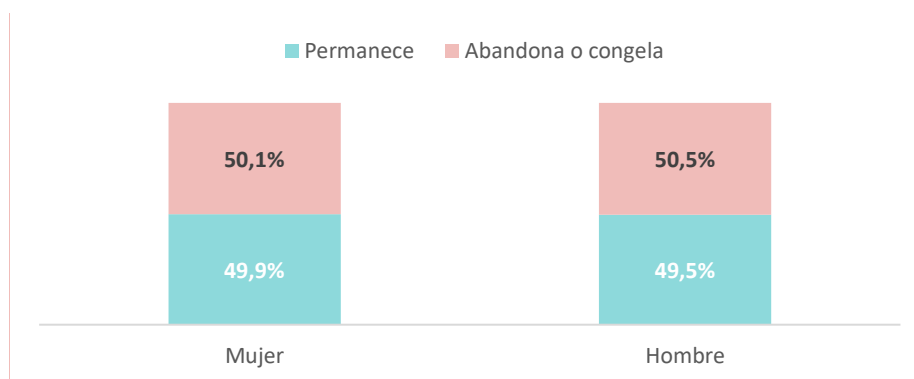
Gráfico 3: Distribución de estudiantes según sexo



Fuente: Elaboración propia.

Ahondando en otras posibles diferencias entre los sexos en la población de estudio, se grafican las tasas de abandono de los estudiantes según sexo, cuyos resultados se muestran en la gráfica 4:

Gráfico 4: Tasa de abandono según sexo.



Fuente: Elaboración propia.

Continuando con las variables de los estudiantes previas a su ingreso a la educación superior y su comportamiento ante el abandono, el puntaje PSU de los estudiantes, como muestra la Tabla 13, presenta las siguientes características según condición de abandono:

Tabla 13

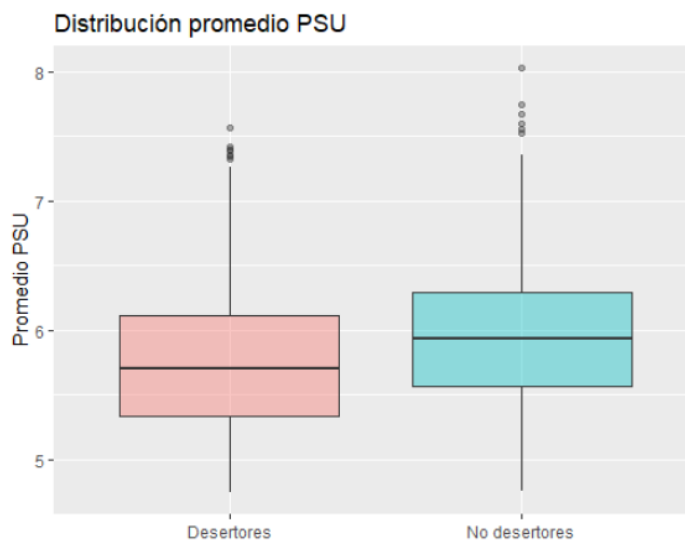
Distribución puntajes PSU de la población completa y según condición de permanencia.

	Mín.	Percentil 25%	Mediana	Prom.	Percentil 75%	Máx.
Total	4,74	5,45	5,82	5,84	6,22	8,04
Abandonan	4,75	5,57	5,93	5,94	6,30	8,04
Permanecen	4,74	5,33	5,70	5,74	6,12	7,57

Fuente: Elaboración propia.

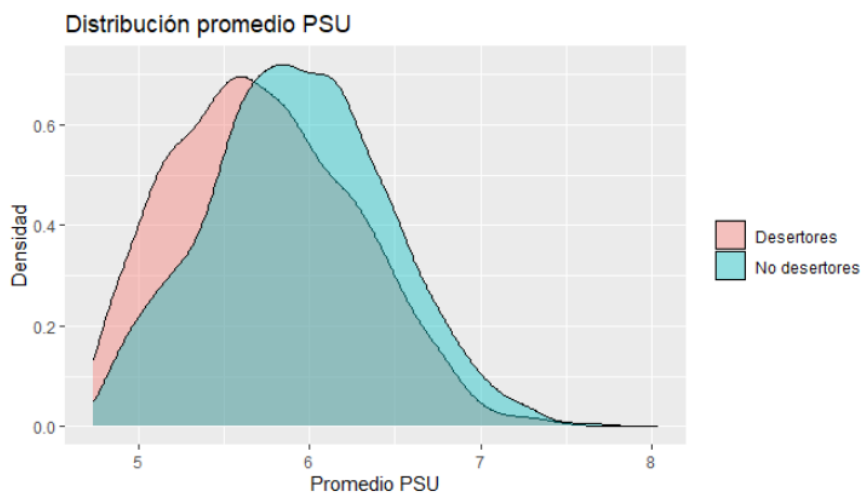
Los gráficos 5 y 6 permiten ilustrar las diferencias en las distribuciones de los puntajes de los estudiantes según su condición de permanencia:

Gráfico 5: Boxplot puntaje PSU según condición de permanencia.



Fuente: Elaboración propia.

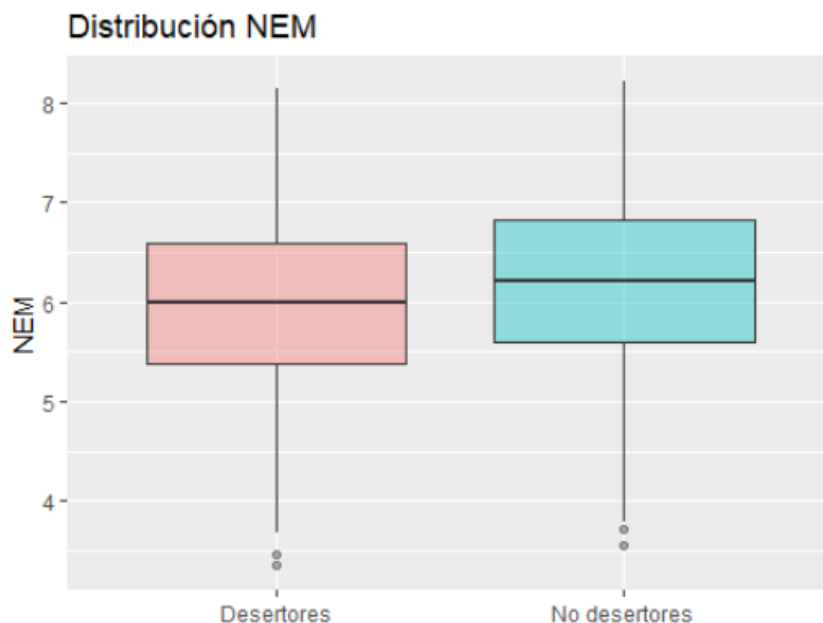
Gráfico 6: Distribución de los puntajes PSU según condición de permanencia.



Fuente: Elaboración propia.

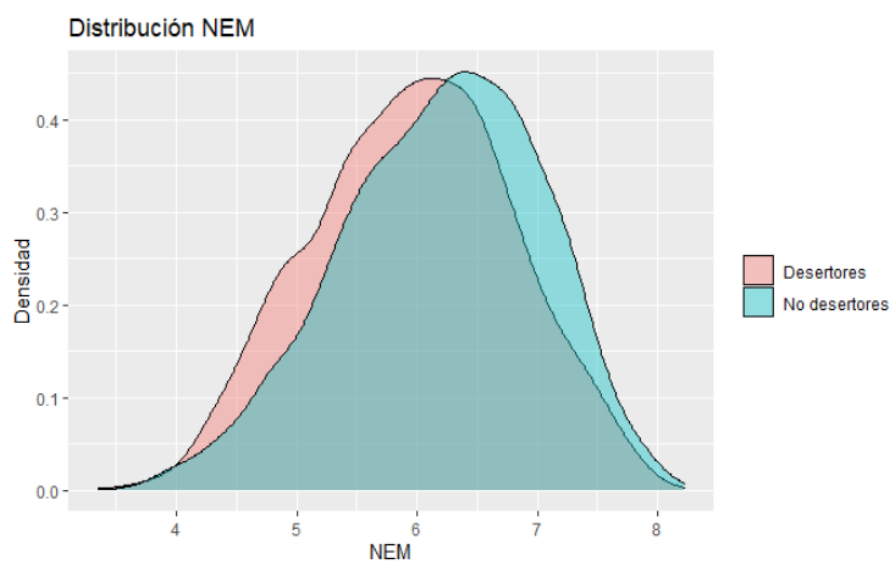
Para el caso de las notas de enseñanza media obtenidas por los estudiantes y su comportamiento según condición de permanencia, al igual que para el promedio PSU se reporta su comportamiento mediante un boxplot y gráfico de densidad, presentados en los gráficos 7 y 8:

Gráfico 7: Boxplot NEM según condición de permanencia.



Fuente: Elaboración propia.

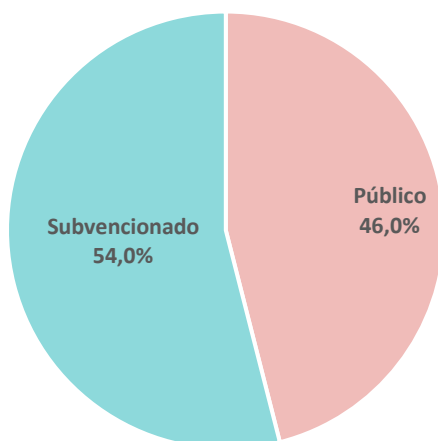
Gráfico 8: Distribución NEM según condición de permanencia.



Fuente: Elaboración propia.

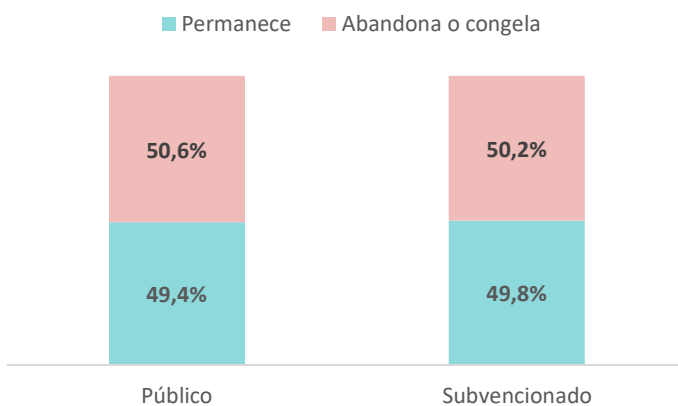
Finalizando las variables previas al ingreso a la educación superior, se reporta la distribución de la población según la dependencia del establecimiento de educación superior de procedencia, así como el comportamiento del abandono según esta variable. Los resultados se muestran en los gráficos 9 y 10:

Gráfico 9: Distribución de estudiantes según tipo de establecimiento de procedencia.



Fuente: Elaboración propia.

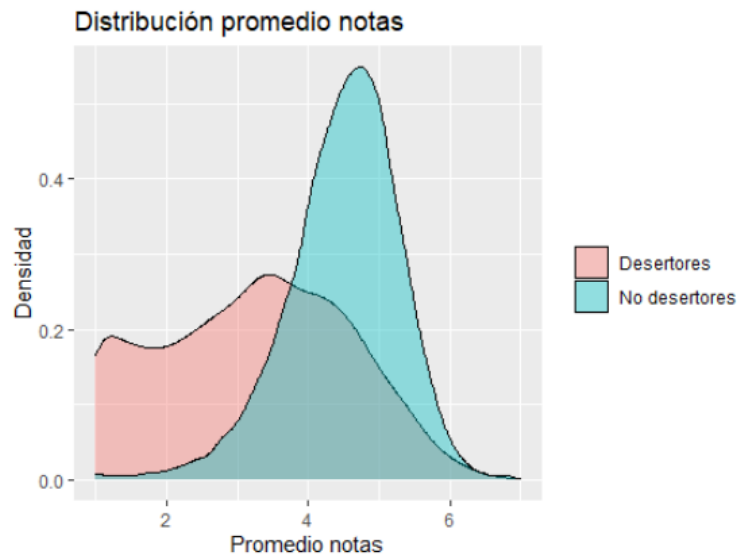
Gráfico 10: Condición de permanencia según tipo de establecimiento de procedencia.



Fuente: Elaboración propia.

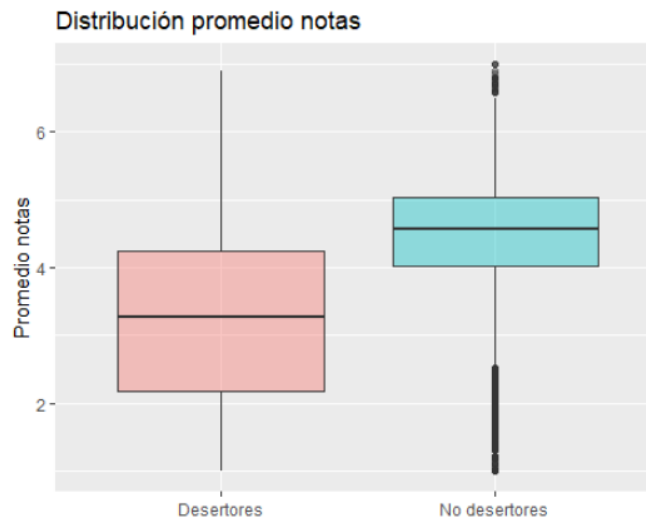
Las variables restantes utilizadas en el modelo corresponden a aquellas obtenidas por el estudiante posterior a su ingreso a la educación superior. Estas pueden variar a lo largo del paso del estudiante por el sistema. En el caso de las notas obtenidas por los estudiantes, se comportan según condición de permanencia de los estudiantes como muestra el gráfico 11:

Gráfico 11: Distribución promedio de notas según condición de permanencia.



Fuente: Elaboración propia.

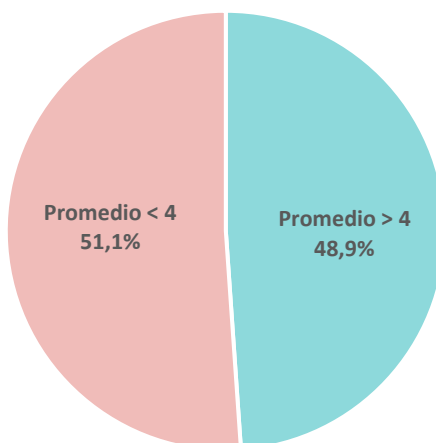
Gráfico 12: Boxplot promedio de notas según condición de permanencia.



Fuente: Elaboración propia.

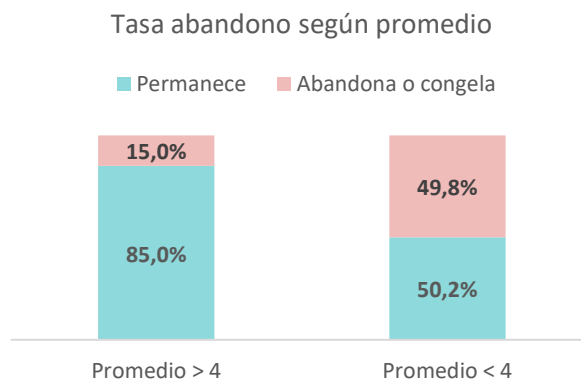
Considerando la condición general de aprobación de los cursos (esto es, promedio mayor o igual a 4), la distribución de la población de estudio y la condición de permanencia según esta condición queda ilustrada en los gráficos 13 y 14:

Gráfico 13: Distribución de estudiantes según condición de aprobación.



Fuente: Elaboración propia.

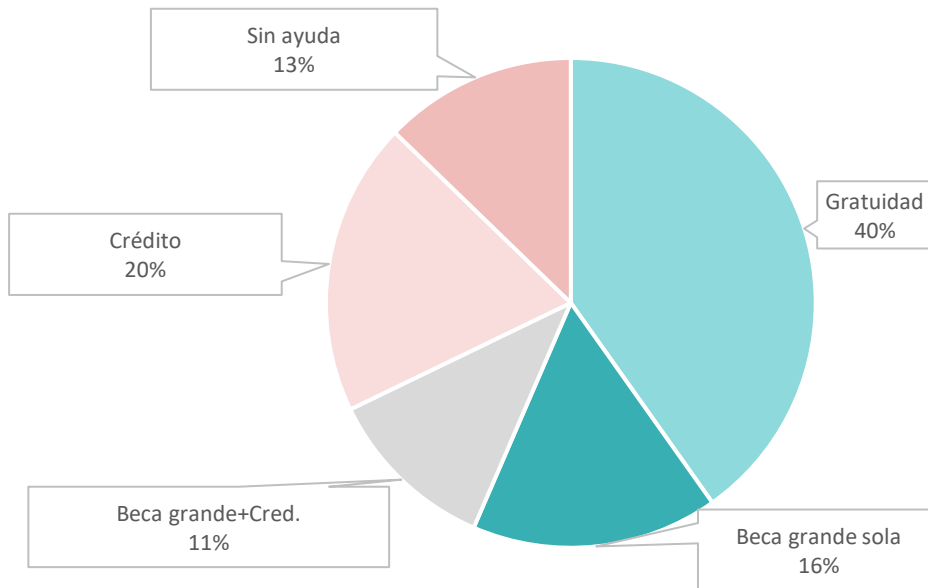
Gráfico 14: Comportamiento de abandono según condición de aprobación.



Fuente: Elaboración propia.

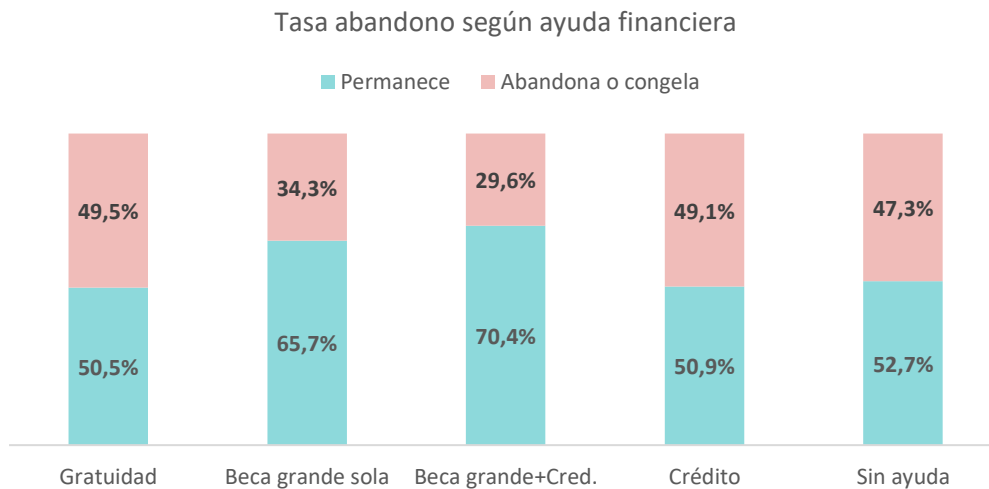
Por último, las variables relativas a la ayuda financiera tienen la distribución en la población de estudio que se muestra en el gráfico 14, mientras que el comportamiento de la condición de abandono según la ayuda financiera se ilustra en el gráfico 15:

Gráfico 15: Distribución de estudiantes según ayuda financiera.



Fuente: Elaboración propia.

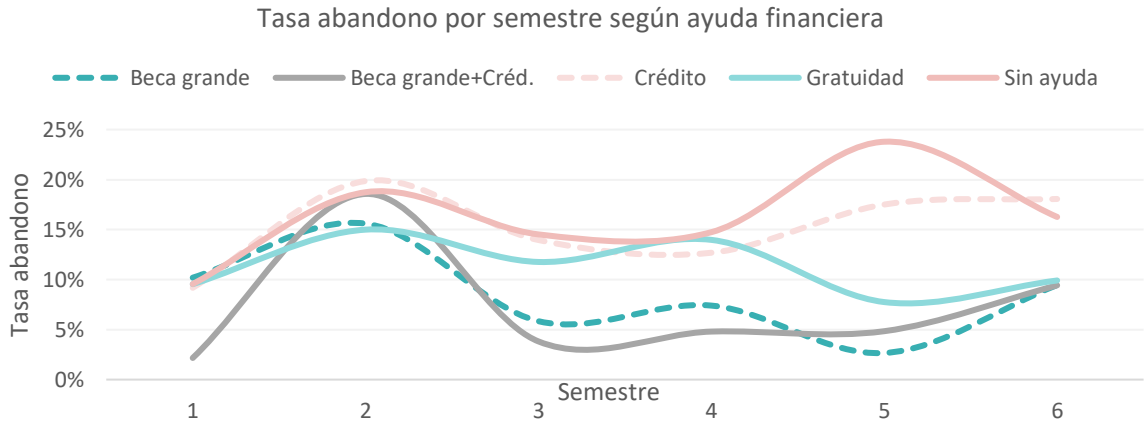
Gráfico 16: Tasa abandono según ayuda financiera.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, considerando que el abandono de los estudiantes puede presentar estacionalidades, además de que las variables de ayuda financiera pueden variar a lo largo del período de estudio, se grafica el comportamiento de la tasa de abandono a lo largo del periodo de observación para cada ayuda financiera considerada. Los resultados se muestran en el gráfico 17:

Gráfico 17: Tasa de abandono por semestre según ayuda financiera.



Fuente: Elaboración propia.

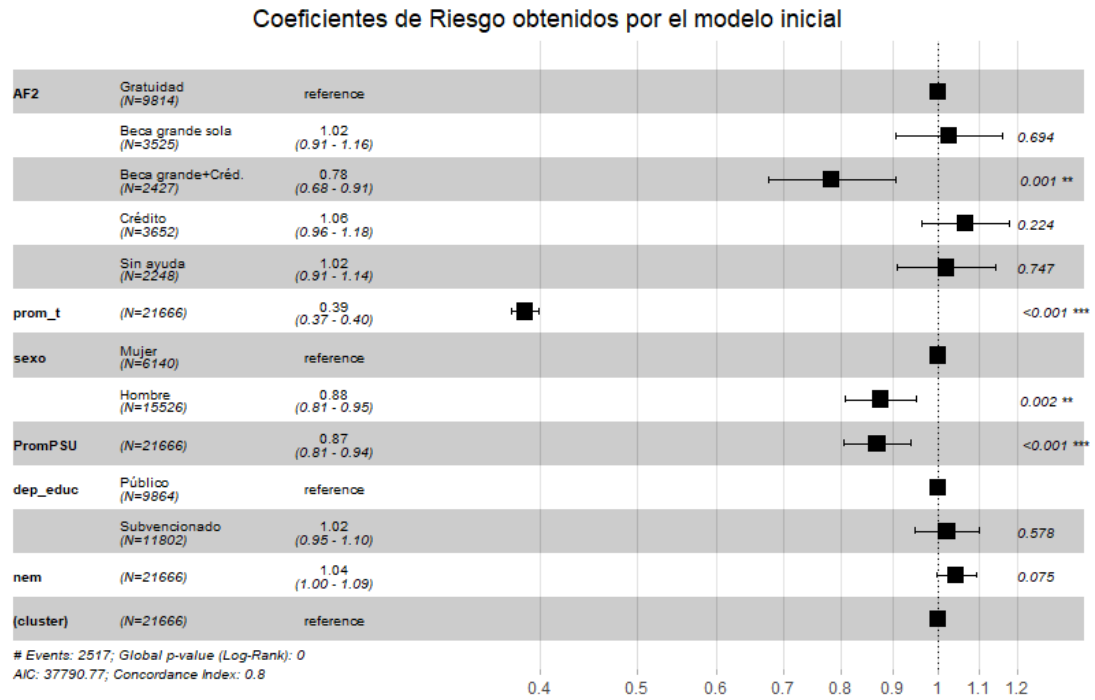
5.2 Modelos de regresión de Cox

En primera instancia y siguiendo la metodología propuesta, se ejecuta un modelo de Cox inicial básico con el objetivo de validar las variables y los datos a utilizar. Este modelo presenta la forma:

$$Y = \text{Sexo} + \text{PromPSU} + \text{NEM} + \text{Dep}_{educ} + \text{PromT} + \text{AF}$$

A modo ilustrativo, se presenta un “Forest Plot” que muestra los coeficientes de riesgo calculados por este modelo.

Figura 3: “Forest Plot” del modelo inicial.



Fuente: Elaboración propia.

Los coeficientes calculados por el modelo inicial se muestran de manera típica en la Tabla 14:

Tabla 14

Coeficientes modelo básico sin interacciones con el tiempo, categoría “gratuidad” como base en AF

Variable	Coef/exp(coef)
AF(BG + Cred)	-0.2446** (0.7830)
AF(BG Sola)	0.0246 (1.0249)
AF(Cred)	0.0629 (1.0650)
AF(Sin ayuda)	0.0186 (1.0188)
PromT	-0.9514 ***

	(0.3862)
Sexo	-0.1325 ** (0.8759)
PromPSU	-0.1399 *** (0.8695)
Dep_educ(Municipal)	0.0209 (1.0211)
NEM	0.0413. (1.0422)

Concordance = 0.796 (se = 0.006)

Likelihood ratio test = 3250 on 9 df, p = < 2e-16

Wald test = 4163 on 9 df, p = < 2e-16

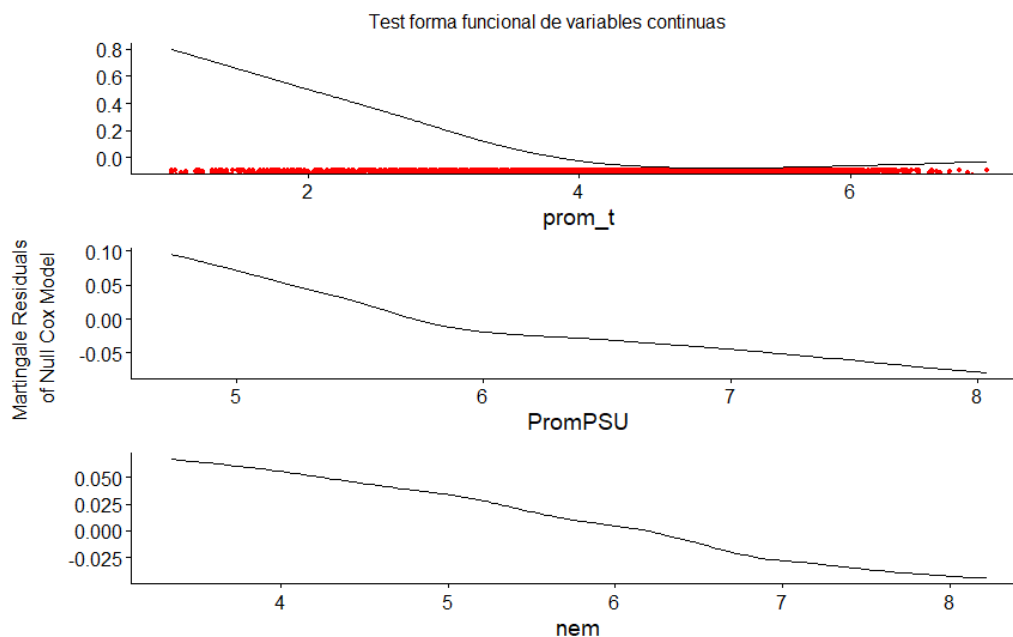
Score (logrank) test = 4445 on 9 df, p = < 2e-16, Robust = 1347, p = < 2e-16

Fuente: Elaboración propia.

Significancia: 0 '****' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

Continuando con la comprobación de los supuestos, en primer lugar se testea el supuesto de linealidad de las variables. Para esto se realizan gráficos de los residuos de Martingala vs las variables continuas. Las variables continuas del modelo son NEM, PromPSU y PromT y los resultados gráficos para chequear su forma funcional se reportan en el gráfico 18:

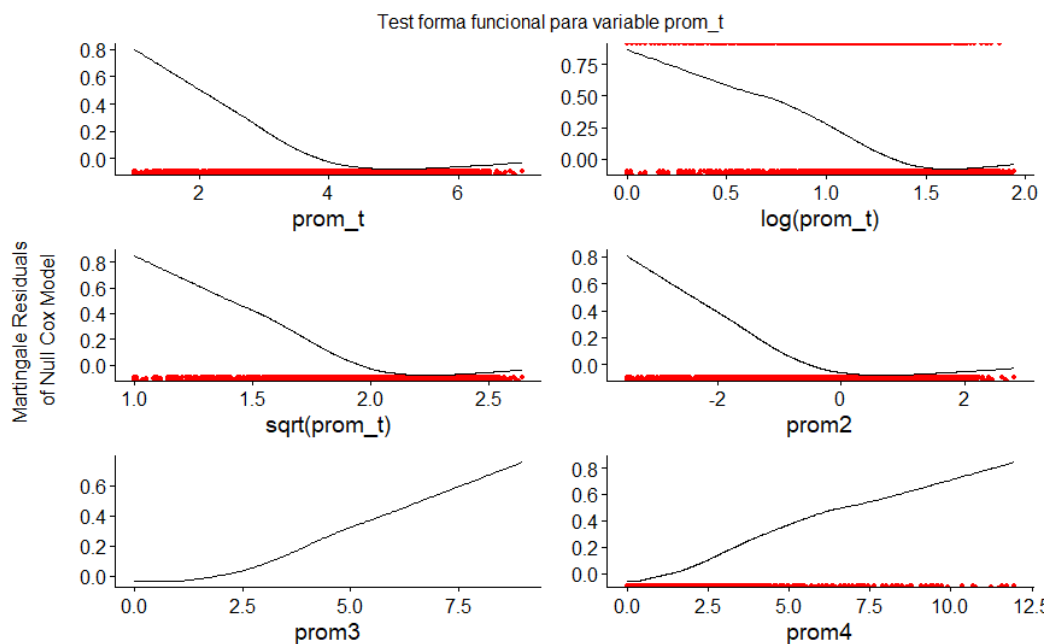
Gráfico 18: Test forma funcional de las variables continuas.



Fuente: Elaboración propia.

Tanto PromPSU como NEM presentan una forma razonablemente lineal, manteniendo una pendiente casi constante. Por otro lado la variable PromT presenta una forma funcional que se aleja de lo lineal, presentando incluso un punto de inflexión en el que la pendiente de la función cambia de signo. Para solucionar esta vulneración del supuesto de linealidad, se exploran otras formas funcionales para la variable PromT, cuyos resultados se muestran en el gráfico 19:

Gráfico 19: Testeo formas funcionales para la variable promedio de notas.



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico se observa que el logaritmo de PromT presenta una forma aparentemente más lineal que la variable original, pero aún mantiene una cola en el que la pendiente cambia de signo. Este cambio de signo que se observa en el gráfico de PromT sugiere una forma aproximadamente cuadrática, con un desplazamiento en el eje x de cerca de 4 puntos. A partir de dicha inspección visual se construye $Prom3 = (PromT - 4)^2$. El gráfico de esta variable muestra un comportamiento considerablemente más lineal, pero mantiene una porción de menor pendiente (en el eje x, desde 0 hasta aprox. 2.5). Esto puede deberse a lo impreciso de la elección del corte para la definición de la variable. A manera de solución se construye la variable Prom2, la que corresponde a una estandarización de las notas de los estudiantes que toma en cuenta además a la cohorte a la que pertenecen (de manera de solucionar que las notas hayan podido presentar cambios en el tiempo).

$$Prom2_{itP} = \frac{PromT_{itP} - \mu_P}{\sigma_P}$$

Donde μ_P corresponde al promedio de todos los **PromT** obtenidos por los estudiantes pertenecientes al periodo P, mientras que σ_P es la desviación estándar para los mismos estudiantes. Los valores calculados fueron $\mu_{2010} = 4.311$, $\mu_{2016} = 4.367$, $\sigma_{2010} = 0.957$, $\sigma_{2016} = 0.983$. Estandarizar PromT de esta manera genera una variable con un comportamiento funcional muy similar a la original, pero son su mínimo centrado en torno al valor 0 en el eje x. Luego se define **Prom3** = **Prom2**², obteniéndose para esta variable un gráfico que muestra un comportamiento muy cercano a la linealidad. Si bien esta nueva variable cumple con el supuesto de linealidad, presenta el problema de que dificulta en gran medida la interpretación del coeficiente calculado por el modelo. Otra solución para el problema de la no linealidad de una variable consiste en construir una nueva variable categórica a partir de la anterior. A partir de la variable estandarizada creada anteriormente y a lo que se observa en el gráfico para **Prom2**, se define la variable **Prom** como:

$$Prom = \begin{cases} 1 & \text{si } Prom2 < 0 \\ 0 & \text{si } Prom2 \geq 0 \end{cases}$$

Para **Prom2**, su signo depende del numerador de la expresión que la define. Luego, **Prom** funciona como un marcador de si el desempeño de un estudiante un determinado semestre se encuentra por debajo del promedio general de notas de los estudiantes de su misma cohorte. Luego, se realiza el reemplazo de la variable **PromT** por **Prom**, quedando un nuevo modelo:

$$Y = Sexo + PromPSU + NEM + Dep_{educ} + Prom + AF$$

El ajuste de este segundo modelo arroja los coeficientes para cada variable que se reportan en la tabla 14:

Tabla 15

Coefficientes segundo modelo, sin interacciones con el tiempo, categoría “gratuidad” como base en AF

Variable	Coef/exp(coef)
AF(BG + Cred)	-0.2791*** (0.7565)
AF(BG Sola)	-0.0407 (0.9601)
AF(Cred)	0.1622** (1.1760)
AF(Sin ayuda)	0.1765** (1.1931)
PromT	1.5482*** (4.7028)
Sexo	-0.0497 (0.9516)
PromPSU	-0.2481*** (0.7803)
Dep_educ(Municipal)	0.0172 (1.0174)
NEM	-0.0308 (0.9697)

Concordance = 0.725 (se = 0.005)

Likelihood ratio test = 1516, p = < 2e-16

Wald test = 1292, p = < 2e-16

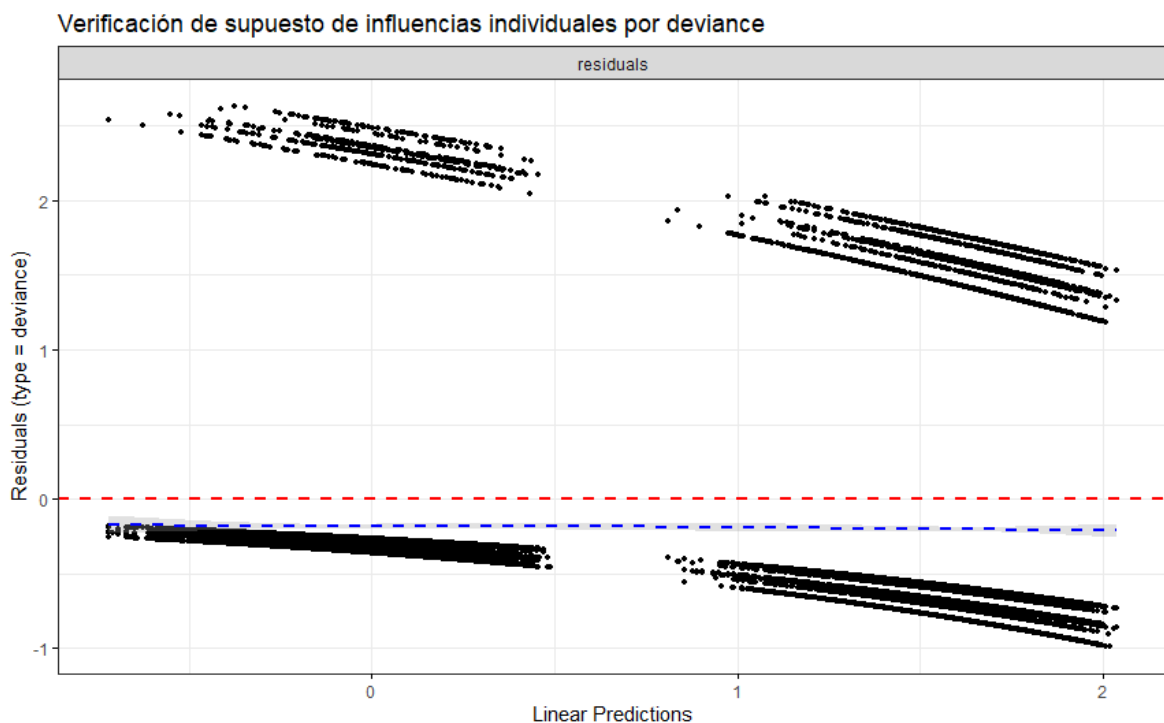
Score (logrank) test = 1507, p = < 2e-16, Robust = 1247, p = < 2e-16

Fuente: Elaboración propia.

Significancia: 0 ‘***’ 0.001 ‘**’ 0.01 ‘*’ 0.05 ‘.’ 0.1

Sobre este modelo continúa la comprobación de los supuestos del modelo de Cox. Para verificar si es que existen observaciones individuales que afecten el ajuste del modelo se grafican los residuos deviance versus las predicciones lineales del mismo. Los resultados se muestran en el gráfico 20:

Gráfico 20: Testeo supuesto de influencias individuales, método deviance.

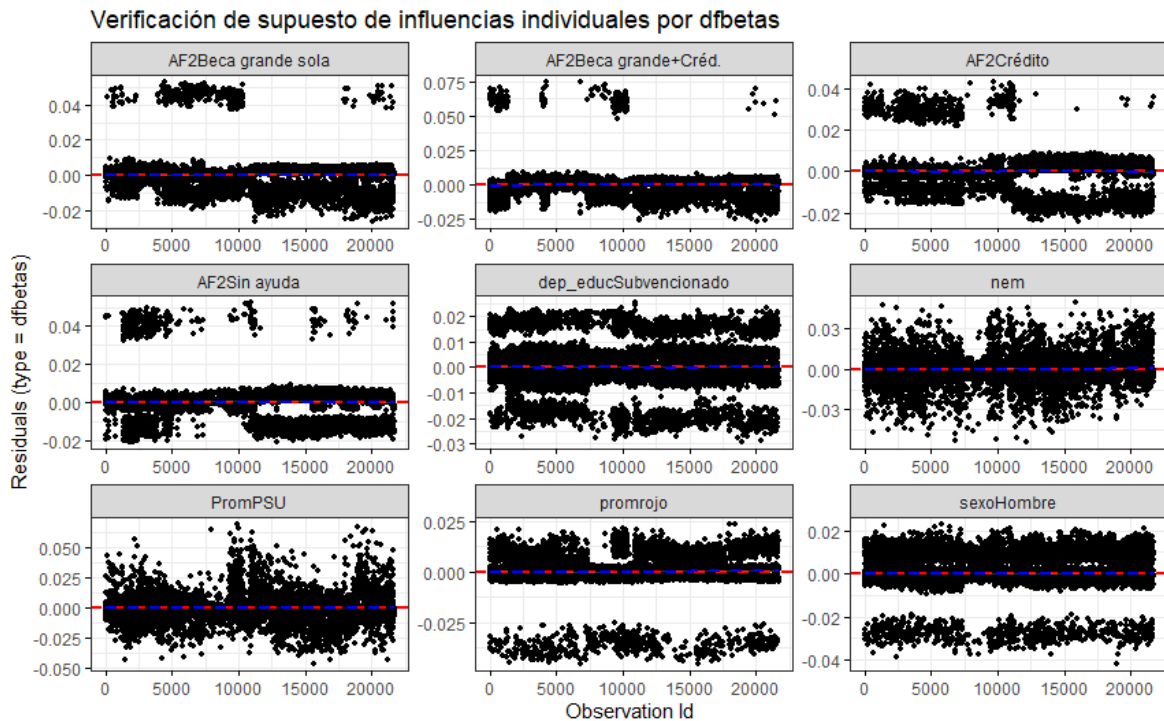


Fuente: Elaboración propia.

Se observa que los residuos deviance no siguen una distribución normal, pero mantienen una forma simétrica junto con una acumulación de puntos en torno al 0, además de no presentar un valor absoluto demasiado grande. De acuerdo con lo expuesto en Metodología, la distribución que se observa de los residuos deviance es consistente para una muestra con niveles de censura por sobre el 40% y los valores acotados verifican que no hay observaciones que influyan gravemente sobre el ajuste del modelo.

Lo siguiente es comprobar que no existan observaciones que influyan en la estimación de los distintos coeficientes del modelo. Esto se realiza mediante el cálculo de los residuos dfbetas, los que se grafican versus los coeficientes calculados por el modelo. Esto se muestra a continuación en el gráfico 21:

Gráfico 21: Test supuesto de influencias individuales, método dfbetas.



Fuente: Elaboración propia.

Los gráficos muestran valores dfbetas muy por debajo del umbral de tolerancia de 1 válido para set de datos pequeños a medianos. Si se considera el set de datos como uno grande, entonces algunas de las variables podrían presentar observaciones cerca del límite de influencia tolerable. El ajuste incluido en los gráficos en color azul muestra que las influencias individuales en la estimación de los coeficientes del modelo son insignificantes. En base a estas pruebas se valida el set de datos utilizado para la implementación de los modelos.

Por último, se realiza la comprobación del supuesto de riesgos proporcionales. Los resultados del test de hipótesis indicado previamente en Metodología se presentan en la tabla 15:

Tabla 16

Resultados test de Schoenfeld.

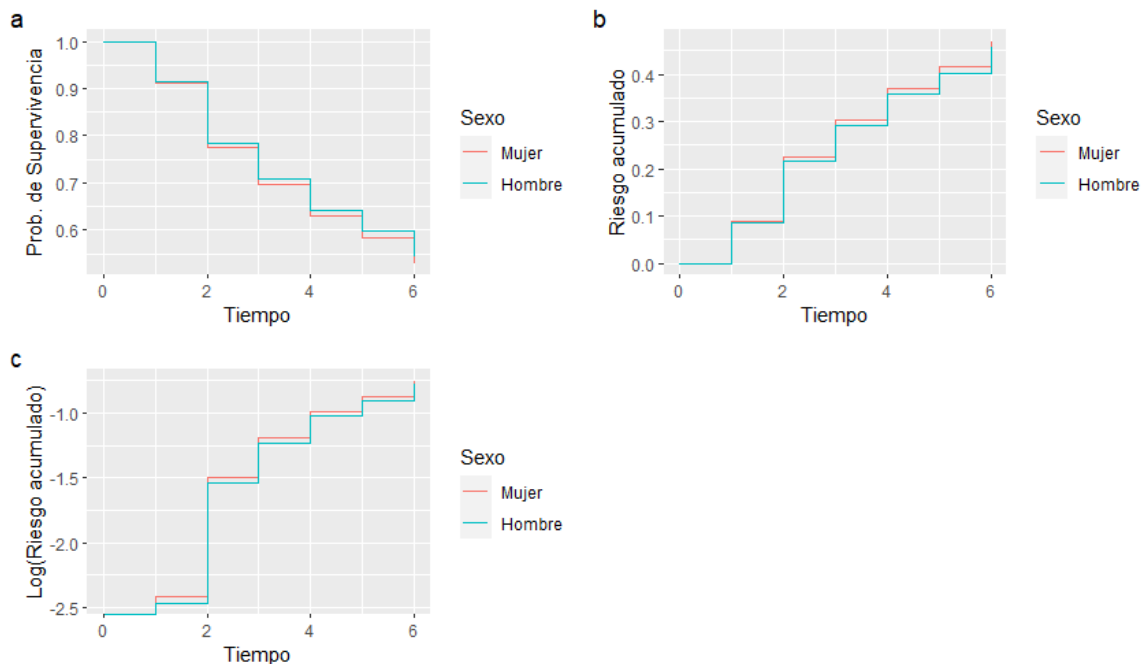
Variable	<i>p</i>
Sexo	0.8618
AF	1.4e-09
Prom	0.0043
PromPSU	0.8553
NEM	0.0232
Dep_educ	0.1819
GLOBAL	5.4e-11

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados del test, las variables AF, Prom y NEM infringen el supuesto de riesgos proporcionales. Como se sugirió en metodología, se utiliza además una inspección visual para las variables categóricas. En primer lugar, los resultados para la variable sexo se muestran en el gráfico 22:

Gráfico 22: Testeo gráfico de supuesto de riesgos proporcionales para variable sexo.

Gráficos para Sexo

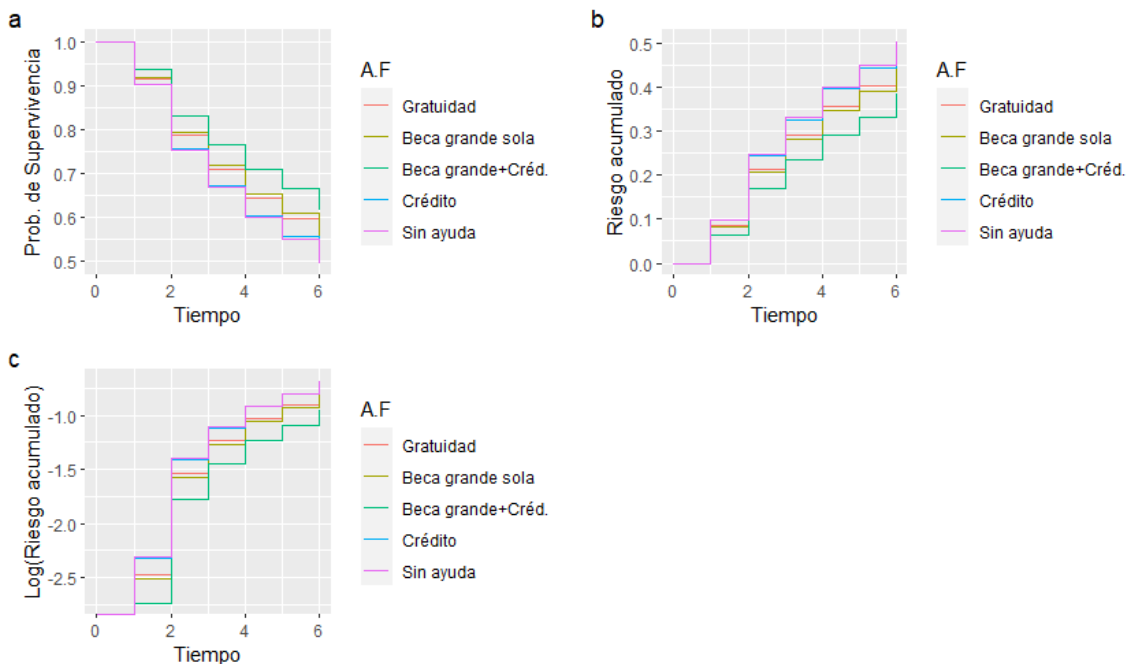


Fuente: Elaboración propia.

De donde se observa que la variable cumple correctamente con el supuesto de riesgos proporcionales. Se continúa con la variable Ayuda Financiera, cuyos resultados se muestran en el gráfico 23:

Gráfico 23: Testeo gráfico de supuesto de riesgos proporcionales para ayuda financiera.

Gráficos para Ayuda Financiera

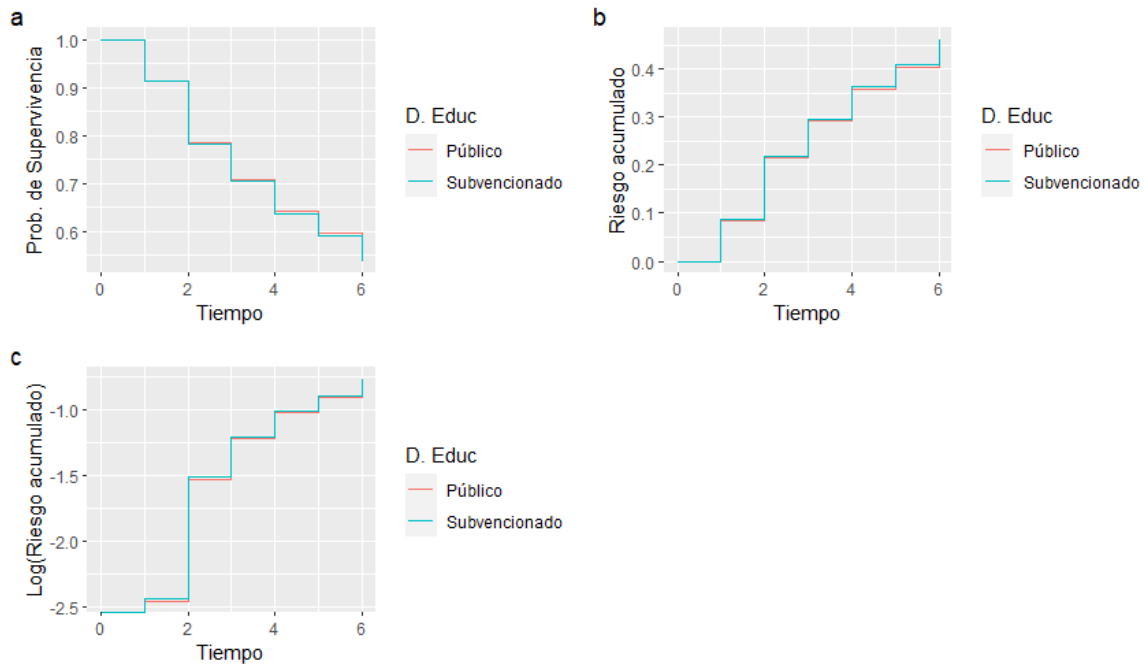


Fuente: Elaboración propia.

En general no se observan violaciones claras al supuesto de riesgos proporcionales, aunque algunas de las categorías de las variables no mantienen un radio constante entre sí en el gráfico c), lo que en parte permite confirmar que esta variable presenta problemas en el cumplimiento del supuesto de riesgos proporcionales, por lo que será incluida interaccionada con el tiempo en un último modelo. Siguiendo con la verificación para las otras variables, el gráfico 24 muestra los resultados para la variable Dep_educ:

Gráfico 24: Testeo gráfico de supuesto de riesgos proporcionales para variable Dep. educacional.

Gráficos para Dep. Educacional

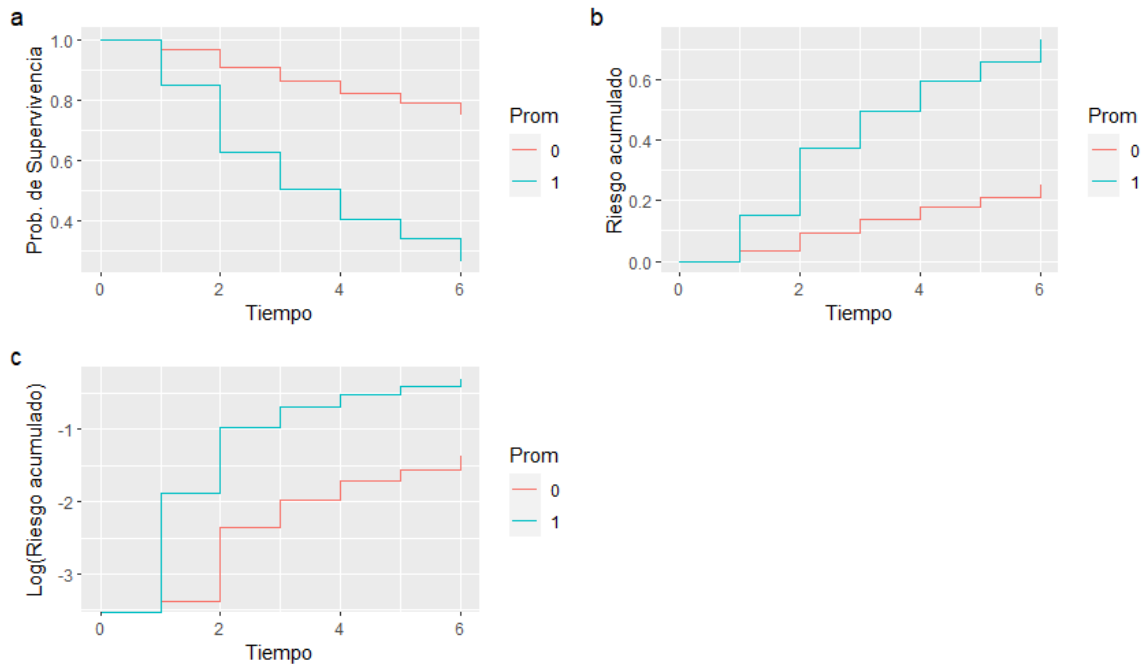


Fuente: Elaboración propia.

No se observan intersecciones que sugieran un incumplimiento del supuesto de riesgos proporcionales. No obstante, la diferencia en el riesgo de abandono entre las categorías de esta variable parece no ser significativa. Por último, se presentan los gráficos obtenidos para la variable Prom, originalmente continua pero redefinida en una variable categórica. Los resultados se muestran en el gráfico 25:

Gráfico 25: Testeo gráfico de supuesto de riesgos proporcionales para variable *Prom*.

Gráficos para *Prom*



Fuente: Elaboración propia.

En los gráficos a) y b) se observa claramente que las funciones de supervivencia para los distintos niveles de la variable no sufren intersecciones. Adicionalmente, en el gráfico c) se constata un radio que permanece aproximadamente constante a lo largo del tiempo de observación, lo que muestra que esta variable no infringe el supuesto de riesgos proporcionales. No obstante, por el resultado de test de hipótesis con los residuos de Schoenfeld, además de que un efecto variable en el tiempo de esta variable puede ser de interés para la investigación, *Prom* es incluida interaccionada con el tiempo en el último modelo.

Dados los resultados reportados hasta aquí, se define el último modelo a implementar como:

$$Y = \text{Sexo} + \text{PromPSU} + \text{NEM} * t + \text{Dep}_{educ} + \text{Prom} * t + \text{AF} * t$$

Cuyos coeficientes se reportan a continuación:

Tabla 17*Resultados modelo final.*

Variable	1	2	3	4	5	6
AF(BG + Cred)	-1.6131*** (0.1993)	0.2719* (1.3125)	-0.6758* (0.5087)	-0.9382*** (0.3913)	-0.2922 (0.7466)	0.1745 (1.1907)
AF(BG Sola)	0.2052 (1.2278)	0.1760 (1.1924)	-0.2471 (0.7811)	-0.2977. (0.7426)	-0.8613** (0.4226)	0.0563 (1.0580)
AF(Cred)	-0.2951* (0.7444)	0.0933 (1.0978)	0.3217** (1.3794)	-0.1636 (0.8491)	0.5043*** (1.6558)	0.4740*** (1.6064)
AF(Sin ayuda)	-0.1639 (0.8488)	0.0443 (1.0453)	0.3515* (1.4212)	0.0354 (1.0360)	0.9594*** (2.6101)	0.4352* (1.5453)
PromT	1.7207*** (5.5887)	1.8004*** (6.0521)	1.4939*** (4.4544)	1.3118*** (3.7130)	2.0038*** (7.4172)	1.0123*** (2.7519)
Sexo(H)	-0.0480 (0.9531)					
PromPSU	-0.2614*** (0.7700)					
Dep_educ (Subven.)	0.0156 (1.0157)					
NEM	0.0351 (1.0357)	0.0383 (1.0391)	-0.0524 (0.9489)	-0.1449* (0.8651)	-0.0395 (0.9613)	-0.0727 (0.9299)

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 6: Discusión

Los resultados presentados anteriormente constituyen una nueva evidencia para comprender cómo influyen distintos factores en el riesgo de que los estudiantes del país abandonen la educación superior. Estos resultados son de interés ya que algunos confirman resultados previamente reportados en la literatura, mientras que otros los contradicen. Además, lo variante de algunos efectos a lo largo del tiempo de estudio es coincidente con teorías de abandono.

Los resultados expuestos en el análisis exploratorio de las variables y de la población de estudio señalan, en primer lugar, una disminución en el número de estudiantes de la cohorte 2016 con respecto a la del 2010. En efecto, la matrícula en las carreras consideradas en el estudio disminuyó aproximadamente un 5% en la cohorte del 2016. Si bien esto podría ser muestra de que la gratuidad no necesariamente significó un aumento en el ingreso de grupos más vulnerables (Arzola, 2021), también la disminución de la población de estudiantes de primera generación en un sistema de educación es un proceso que suele darse tiempo después de los explosivos crecimientos en la cobertura de dichos sistemas. Esto, porque a medida que aumenta la cobertura de la educación superior, progresivamente la población EPG va disminuyendo, ya que los nuevos padres ya fueron posiblemente beneficiados por la expansión de la educación terciaria. La Tabla 11 confirma que los fenómenos de abandono más masivos se dan en los semestres pares, o a fin de los años académicos, además de mostrar que el abandono del primer año constituye el de mayor magnitud, confirmando la necesidad de monitoreo de estas cifras, en línea con lo que realiza el SIES. No obstante, se muestra que el abandono de los semestres y años posteriores en ningún caso es despreciable, por lo que el interés en esos años posteriores podría entregar nuevas herramientas que ayuden a combatir el abandono y al considerar las cifras de financiamiento invertidas en estudiantes, por ejemplo, por concepto de gratuidad, hace necesario avanzar en prevenir estos abandonos más tardíos, los que podrían significar una mayor pérdida económica para el Estado. Los resultados en el gráfico 3 muestran que el área STEM presenta una baja participación de mujeres, las que constituyen solo cerca de $\frac{1}{4}$ de la matrícula. El gráfico 4 señala que no existe una gran diferencia entre las tasas de abandono de hombres y mujeres, siendo la tasa de abandono de éstas últimas levemente inferior a la de los hombres. Respecto a los puntajes obtenidos en la PSU por los estudiantes, cuando se contrastan contra la condición de supervivencia, los gráficos 5 y 6 muestran una distribución similar en forma para estudiantes que abandonan y para los que permanecen, estando la de estos últimos desplazados hacia valores promedio superiores. De este modo, los estudiantes que permanecen durante el periodo estudiado presentan en promedio cerca de 20 puntos más en el promedio de puntajes PSU. Los gráficos 7 y 8 muestran un comportamiento similar para el caso de las notas de enseñanza media obtenidas por los estudiantes. Aquellos estudiantes que permanecieron presentan en promedio un puntaje NEM levemente superior (6,2) en comparación a los estudiantes que abandonaron (5,96). Estos resultados van en línea con los estudios que señalan estos indicadores como de importancia para la predicción del éxito en la educación superior. Por último, respecto a la dependencia de los establecimientos de educación secundaria de procedencia de los estudiantes, como señala el gráfico 9 la población se reparte casi equitativamente entre estudiantes que provienen de establecimientos subvencionados y

aquellos que vienen de colegios públicos. En el gráfico 10 se observa que las tasas de abandono según estas procedencias no difieren en gran magnitud, siendo levemente superior (+0,4%) la permanencia de los estudiantes que provienen de colegios públicos. Esto en parte difiere con lo primeramente esperable, puesto que como se mostró anteriormente, existe una brecha entre los puntajes obtenidos en la prueba PSU según la dependencia de los establecimientos de procedencia, obteniendo los colegios públicos el peor resultado promedio en dicha prueba. Esto en parte puede constituir evidencia de que la PSU efectivamente no era un buen predictor de éxito académico, ya que estudiantes que esperablemente en promedio obtuvieron menores puntajes, presentan una mayor permanencia. Pasando a las variables posteriores al ingreso a la educación superior, el gráfico 11 muestra una distribución de notas para el caso de estudiantes que permanecen con una forma cercana a la normal, con un promedio visiblemente superior al 4 y levemente por debajo del 5. Para el caso de los estudiantes que abandonaron, la distribución no presenta una forma definida, presentando en general una alta densidad de notas inferiores a 4. Esto confirma que el éxito académico, o integración académica, es un factor importante en el proceso de abandono (Tinto, 1975). El boxplot del gráfico 12 muestra que en el caso de los estudiantes que permanecen, desde el percentil 25% ya se encuentran sobre el requisito general de aprobación de las materias (4,0). Mientras tanto, para estudiantes que abandonan, el percentil 75% apenas pasa dicho umbral. En efecto, utilizando como umbral de comparación el promedio 4,0, el gráfico 13 muestra que poco más de la mitad de los estudiantes presentó un promedio inferior al 4,0. Esta cifra es coincidente con las tasas de abandono discutidas anteriormente. En la misma línea, el gráfico 14 muestra la importancia de este umbral en el estudio del abandono. Mientras solo un 15% de los estudiantes con promedio bajo el umbral 4,0 permanece en la universidad, un 49,8% de los estudiantes que superan dicho umbral permanece. Esto puede verse incrementado en el caso de los estudiantes que financian sus estudios mediante becas de mérito, las que presentan requisitos de aprobación. Esto ya que un estudiante en caso de obtener un promedio bajo 4,0 (condición con la que probablemente perdería el beneficio de mérito) no podría continuar sus estudios por la incapacidad económica para financiamiento. Por último, al analizar la ayuda financiera y su distribución en la población de estudio, el gráfico 15 muestra que el beneficio más común dentro de los estudiantes seguidos es la Gratuidad, con un 40% de los estudiantes siendo beneficiarios. Le sigue el Crédito y la Beca Grande sola con un 20 y un 16% respectivamente. Estos resultados confirman la importancia de los estudios dedicados a medir el impacto de la gratuidad, ya que es un beneficio de gran alcance y que utiliza una gran cantidad de recursos. El gráfico 16 muestra que, en promedio, la beca grande tanto como la beca grande más crédito presentan las menos tasas de abandono, lo que es de esperar considerando que dicha beca corresponde a una de mérito, por lo que los estudiantes están obligados a cumplir con requisitos académicos que los obligan a obtener calificaciones que están asociadas a una menor tasa de abandono, como se mostró anteriormente. El gráfico 17 muestra que los peaks de abandono se producen en los semestres pares, además ilustra que aquellos estudiantes sin ningún tipo de ayuda, presentan en general una mayor tasa de abandono que los otros estudiantes con beneficios. En comparación a la beca grande, la gratuidad presenta un rendimiento bastante similar tras el primer año de estudios. En el segundo año, la beca grande obtiene un mejor rendimiento que la gratuidad, sin embargo éste instrumento progresivamente va disminuyendo sus cifras de abandono a lo largo del tiempo. Lo contrario ocurre con los estudiantes sin ayuda, quienes van aumentando su tasa de abandono a medida pasa el tiempo. Esto sugiere que la ayuda financiera ganaría

relevancia en la permanencia de los estudiantes en años posteriores al primero, en línea con los resultados aportados por Mouton et al. (2020).

En lo que sigue se discuten los resultados obtenidos mediante la implementación de los modelos de supervivencia indicados en Metodología. Comenzando por las variables relativas a características previas al ingreso de los estudiantes a la educación superior, la variable sexo señala que los hombres presentan un menor riesgo de abandonar que las mujeres. Esto es interesante, pues la literatura tiende a mostrar lo contrario, es decir, que las mujeres permanecen más que los hombres (Aina, 2013; Gighnoni, 2017). Si bien en los últimos modelos implementados el sexo no logra significancia estadística, si lo hace en el primer modelo, el que a la vez tiene el mayor valor de concordancia. Además, el signo del coeficiente es el mismo para todos los modelos. La dependencia educacional de los establecimientos de educación superior de donde provienen los estudiantes no logra significancia estadística en ninguno de los modelos. El NEM de los estudiantes afecta logra significancia solo el cuarto semestre, momento en el que influye positivamente en la permanencia, lo que va en línea con la literatura que establece el desempeño escolar como un buen indicador del éxito en la universidad. El promedio PSU resulta ser una de las variables más significativas del modelo. Indica que un aumento de 1 unidad en la variable PromPSU (equivalente a 100 puntos de diferencia en el promedio de las pruebas de Matemática y Lenguaje) se traduce en un 23% menos de riesgo de abandonar. Estos resultados no son de sorprender, toda vez que ha sido demostrada la relación existente entre el origen socioeconómico de los estudiantes y los resultados en la PSU (Farías & Carrasco, 2012; Garcés & Jarpa, 2015) y como se mostró en antecedentes, la retención también está relacionada con el origen socioeconómico de los estudiantes.

Las variables que describen información del estudiante durante su estadía en la educación superior, el promedio semestral y la ayuda financiera, están interaccionadas con el tiempo y su análisis debe hacerse considerando los cambios que presentan a lo largo de este. Por un lado, está la variable Prom que es otra de las variables de mayor significancia. En todos los periodos afecta positivamente a la permanencia al mayor nivel de significancia. Esto concuerda con la evidencia existente en el país (Horn et al., 2014; Von Hippel & Hofflinger, 2020) así como también con evidencia internacional (Stewart et al., 2015). También en el modelo de Tinto (1975) revisado en antecedentes, la integración académica es uno de los factores que influye en la permanencia. Al observar en la tabla de resultados del modelo final la variable de Ayuda Financiera, se nota una mayor densidad de coeficientes que logran la significancia hacia los semestres finales de observación. Esto toma relevancia cuando se analiza en conjunto con la variable Prom. Según Tinto (1988), los factores que influyen en la permanencia de los estudiantes no son constantes en el tiempo, si no que presentan variaciones a medida que los estudiantes progresan en su trayectoria universitaria. En estos resultados se observa que la influencia de las notas obtenidas por los estudiantes, si bien es siempre positiva a mayores notas, va disminuyendo su magnitud a medida que avanza el tiempo. En efecto, al observar los semestres 2, 4 y 6 (semestres en los que se produce el mayor abandono para cada año de observación) se constata que manteniendo las demás variables constantes, un estudiante que se encuentra sobre el promedio general de su cohorte presenta cerca de 5 veces menos riesgo de abandono que un estudiante que se encuentra

bajo el promedio general de su cohorte. Este riesgo se reduce a cerca de 2.7 veces para el semestre 4 y aproximadamente 1.75 veces para el sexto semestre. En cuanto al comportamiento de la gratuidad, se observa que hacia los últimos semestres ésta logra un efecto positivo estadísticamente significativo en la permanencia en comparación a los estudiantes que no poseen ayuda financiera y a aquellos que poseen sólo crédito. Estas variaciones en los resultados sugieren que durante los primeros semestres la permanencia de los estudiantes en la universidad está determinada principalmente por el desempeño que logran dentro de ella y a medida que avanza el tiempo comienza a tomar mayor relevancia la ayuda financiera de los estudiantes. Esto es coincidente con lo señalado por Mouton et al. (2020), quienes señalan que durante los primeros semestres sería más importante para la permanencia aspectos relacionados con el desempeño de los estudiantes y posteriormente son aspectos relacionados a la situación financiera de los mismos.

Con respecto a las otras ayudas financieras, se observa que los estudiantes que poseen beca grande más crédito tienen en general más chance de permanecer que los estudiantes que poseen la gratuidad. Cabe recordar que en este caso la beca grande corresponde a una beca con requisitos de mérito, su asignación requiere cierto puntaje en la prueba de admisión y un nivel mínimo de aprobación de materias anuales. Estos requisitos son sobre variables que tienen un efecto muy significativo sobre el riesgo de abandonar y puede explicar en parte los resultados. Sin embargo, es debatible si es que una beca de mérito es una herramienta que impacte mayormente en disminuir la inequidad del sistema educativo en comparación a una beca de carácter universal (si bien la gratuidad no es universal, dentro del set de datos estudiado funciona similar a una beca universal). No obstante, el mayor efecto en la permanencia de la beca de mérito con respecto a la gratuidad coincide con lo evidenciado en otros estudios (Richburg-Hayes et al., 2009; Johnson, 2022). Al estudiar el efecto de la beca de mérito en solitario, se ve que ésta logra significancia sólo en 2 semestres frente a la gratuidad. La beca por si sola no obtiene un efecto muy considerable en la permanencia comparado al de la gratuidad. Flores et al. (2020) muestran que la gratuidad impacto en distintas magnitudes a los estudiantes que previamente financiaban sus estudios mediante copago y a aquellos que no debían pagar. Este estudio, mediante los resultados obtenidos principalmente en los últimos semestres, confirma que la gratuidad tiene un mayor efecto comparado al financiamiento por copago (que podría ser sin ayuda o crédito).

Capítulo 7: Conclusiones

A partir de los resultados discutidos, este estudio concluye que la gratuidad constituye un instrumento que contribuye a la reducción de las brechas de inequidad presentes en el sistema de educación superior chileno, por cuanto sus beneficiarios presentan mejores resultados de permanencia en comparación a aquellos estudiantes que deben autofinanciar su educación o los que deben endeudarse mediante crédito. Si bien en ciertas oportunidades el beneficio de Beca Grande, o Beca Grande más Crédito presentan mejores resultados que la Gratuidad, es necesario incluir en el debate los efectos que el endeudamiento contraído mediante créditos y de los requisitos impuestos para la obtención y renovación de estas becas. Dichos efectos transitan por temas variados que van desde la salud mental hasta la justicia social.

Existe la necesidad de seguir con la realización de estudios que confirmen los impactos positivos de la Gratuidad. Es de importancia que dichos estudios consideren también posibles fallas estructurales que hacen al sistema propenso a reproducir inequidades que pueden ser erróneamente atribuidas a la Gratuidad. Por ejemplo, el instrumento ha recibido críticas por no significar un aumento considerable en el acceso de estudiantes de bajos recursos a la universidad, sin considerar adecuadamente que las condiciones de acceso no variaron y dependen de resultados obtenidos en una prueba estandarizada, los que están notoriamente segregados. Lo mismo es válido, por ejemplo, para la participación de grupos anteriormente excluidos de este nivel educativo. La baja participación de mujeres en las carreras STEM que muestra este estudio, o el no aumento notorio de mujeres o EPGs tras la implementación de la gratuidad, así como el fracaso que podrían presentar en su trayectoria en la educación superior estos grupos representados, difícilmente podría explicarse solo por el fracaso de un instrumento de financiamiento, siendo posible que también las instituciones y la estructura del sistema influyan en la lenta incorporación de estos grupos.

Por último, cabe destacar la utilidad de la metodología utilizada, en especial, el modelo de regresión de Cox para estudios de naturaleza como el de aquí desarrollado. Como indica la mayoría de la teoría en torno al abandono, este suele tener múltiples causas, las que pueden interactuar entre sí y cambiar durante el tiempo. El modelo de Cox otorga la posibilidad de comprender la dinámica de estos distintos factores y la mayor o menor importancia que van cobrando a lo largo del tiempo. Esto hace posible el desarrollo de estrategias a medida, enfocadas en las temáticas que más pueden influir en que un estudiante abandone y certeras temporalmente.

Bibliografía

- Acción Educar. (2020, noviembre). PROYECTO DE LEY DE PRESUPUESTO 2021: DISTRIBUCIÓN DEL GASTO EN educación SUPERIOR.
<https://accioneducar.cl/wpcontent/uploads/2020/11/Proyecto-de-ley-depresupuesto2021distribución-del-gasto-en-educación-superior.pdf>
- Aina, C. (2013). Parental background and university dropout in Italy. *Higher Education*, 65(4), 437–456. <https://doi.org/10.1007/s10734-012-9554-z>
- Alarcón Valenzuela, M., Santelices, M. V., Horn, C. L., & González Soto, P. (2018). Impacto de la Ayuda Financiera en la Persistencia: el Caso de la Universidad de Chile. *Revista Iberoamericana De Evaluación Educativa*, 11(2).
<https://doi.org/10.15366/riee2018.11.2.006>
- Arzola, M. (2021). Análisis del impacto de la gratuidad: ¿Mejóro la equidad en el acceso educación superior. *Santiago: Libertad y Desarrollo*.
- Barlow, W. E., & Prentice, R. L. (1988). Residuals for Relative Risk Regression. *Biometrika*, 75(1), 65–74. <https://doi.org/10.2307/2336435>
- Barrios, M.A., Meneses, F. & Paredes R. (2011). Financial Aid and University Attrition in Chile. (Manuscrito no publicado). Santiago, Chile
- Bernal, E., A. Cabrera and P Terenzini (2000). The relationship between race and socioeconomic status (SES): Implications for institutional research and admissions policies. Removing Vestiges: Research-based strategies to promote inclusión. A publication of the American Association of Community Colleges. N° 3: 6-19.
- Canales, A., & De los Ríos, D. (2007). Factores explicativos de la deserción universitaria. *Calidad en la Educación*, (26), 173-201. doi:<https://doi.org/10.31619/caledu.n26.239>
- Casanova, D. (2015). Equidad de Acceso a la Educación Superior: El “Puntaje Ranking de Notas” Como Mecanismo de Inclusión en el Sistema de Admisión de Chile. *Archivos Analíticos De Políticas Educativas*, 23(72), 1–25.
- Contraloría General de la República. (2019). *Financiamiento Público a la Educación Superior 2019*. Contraloría General de la República.
- Chen, R. & Carroll, C.D. (2005). *First Generation Students in Postsecondary Education*. National Center for Educational Statistics. US Department of Education Sciences. NCES. <http://nces.ed.gov/pubsearch/pubsinfo.asp?pubid=2005171>
- Collier, Peter & Morgan, David. (2008). Is That Paper Really Due Today? Differences in First-Generation and Traditional College Students' Understanding of Faculty Expectations. *Higher Education*. 55. 425-446. 10.1007/s10734-007-9065-5.

- Contreras, M., Corbalán, F., & Redondo, J. (2007). Cuando la suerte está echada: Estudio cuantitativo de los factores asociados al rendimiento en la PSU. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 5(5), 259-263.
- Cox, D. R., (1972). Regression models and life-tables (with discussion). *Journal of the Royal Statistical Society*
- DesJardins, J. (2003). EVENT HISTORY METHODS: CONCEPTUAL ISSUES AND AN APPLICATION TO STUDENT DEPARTURE FROM COLLEGE. *Higher Education: Handbook of Theory and Research*, 18, 421-472.
- Díaz Peralta, Christian. (2008). MODELO CONCEPTUAL PARA LA DESERCIÓN ESTUDIANTIL UNIVERSITARIA CHILENA. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 34(2), 65-86. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052008000200004>
- Díaz, R. (2017). El impacto del tipo de financiamiento sobre la probabilidad de retención de primer año en la educación superior: el caso de la universidad de Chile. *Congresos CLABES*. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1586>
- Dika, S.L. and D'Amico, M.M. (2016), Early experiences and integration in the persistence of first-generation college students in STEM and non-STEM majors. *J Res Sci Teach*, 53: 368-383. <https://doi.org/10.1002/tea.21301>.
- Donoso, Sebastián, & Schiefelbein, Ernesto. (2007). ANÁLISIS DE LOS MODELOS EXPLICATIVOS DE RETENCIÓN DE ESTUDIANTES EN LA UNIVERSIDAD: UNA VISIÓN DESDE LA DESIGUALDAD SOCIAL. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 33(1), 7-27. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052007000100001>
- Espinoza, Ó. (2002). The global and national rhetoric of educational reform and the practice of in (equity) in the Chilean higher education system (1981-1998). Doctoral dissertation. Pittsburgh, USA: University of Pittsburgh.
- Espinoza, O., González, L. E. y Latorre. C. (2007). Un modelo de equidad para la educación superior: Análisis de su aplicación al caso chileno. *Revista de la Educación Superior*.
- Espinoza, Ó. (2014). The Equity Goal Oriented Model Revisited. In: Teodoro, A., Guilherme, M. (eds) *European and Latin American Higher Education Between Mirrors*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-545-8_11
- ESPINOZA, OSCAR (2015). Equidad en el Sistema de Educación Superior en Chile desde la Perspectiva de los Resultados.. *Propuesta Educativa*, (43),46-64. [fecha de Consulta 8 de Agosto de 2022]. ISSN:. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=403041714006>
- Espinoza, O., González, L.E., Sandoval, L. et al. Reducing inequality in access to university in Chile: the relative contribution of cultural capital and financial aid. *High Educ* (2021). <https://doi.org/10.1007/s10734-021-00746-z>

- Farías, M. & Carrasco, R. (2012). Diferencias en resultados académicos entre educación técnico-profesional y humanista-científica en Chile. *Calidad en la Educación*, 36, 87-121. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-45652012000100003>
- Ferrer-Urbina, Rodrigo & Karmelic Pavlov, Vesna & Beck, Hector & Valdivia, Ricardo. (2019). UN MODELO PREDICTIVO DE FRACASO/ÉXITO ACADÉMICO A PARTIR DE INDICADORES DE INGRESO, EN ESTUDIANTES DE UNA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL NORTE DE CHILE. *Interciencia*. 44. 23-29.
- Flores, R., Iglesias, C., Paredes, R., & Valdés, N. (2020). Política de gratuidad y desempeño académico en educación superior técnica profesional. Lecciones a partir del caso de Duoc UC. *Calidad En La Educación*, 52, 239-262. <https://doi.org/10.31619/caledu.n52.755>
- Fundación Nodo XXI, Sanhueza, J. M., & San Martín, C. (2019, julio). *Política de Gratuidad en Educación Superior: Evaluación de Impacto y Propuestas Alternativas de Financiamiento – Parte 5*.
- Garcés, C. & Jarpa, C. (2015). Capacidad predictiva de las notas en enseñanza media sobre el rendimiento en pruebas de selección universitaria: el caso chileno. *Aula Abierta*, 43(2), 61-68.
- Ghignoni, E. (2017). Family background and university dropouts during the crisis: the case of Italy. *Higher Education*, 73(1), 127–151. <https://doi.org/10.1007/s10734-016>
- González, A. & Dupriez, V. (2017). Acceso a las universidades selectivas en Chile: ¿pueden las estrategias institucionales de los establecimientos secundarios atenuar el peso del capital cultural?. *Revista Complutense de Educación*, 28(3), 959-978.
- Grambsch, P.M. and Therneau, T.M. (1994) Proportional Hazards Tests and Diagnostics Based on Weighted Residuals. *Biometrika*, 81, 515-526. <https://doi.org/10.1093/biomet/81.3.515>
- Groleau, A., Doray, P., Kamanzi, C., Mason, L. (2010). Les possibilités et les limites d'une importation conceptuelle. Les étudiants de première génération au Canada. *Education et sociétés*, 26, 107-122
- Horn, C., Santelices, V. y Catalán, X., (2014). Modeling the Impacts of National and Institutional Financial Aid Opportunities on Persistence at an Elite Chilean University. *Higher Education*, 68(3), 471-488. <https://doi.org/10.1007/s10734-014-9723-37>
- Hunt, Carolyn & Seiver, Machele. (2017). Social class matters: class identities and discourses in educational contexts. *Educational Review*. 70. 1-16. [10.1080/00131911.2017.1316240](https://doi.org/10.1080/00131911.2017.1316240).
- Jarpa, C. & Rodríguez, C. (2021). First Generation in Chilean Higher Education: Tension between Access and Inclusion in a Segmented University System. *Bulletin of Latin American Research*. <https://doi.org/10.1111/blar.13237>

- Jehangir, Rashne. (2010). Stories as Knowledge: Bringing the Lived Experience of First-Generation College Students Into the Academy. *Urban Education - URBAN EDUC.* 45. 533-553. 10.1177/0042085910372352.
- Johnson, I. (2022). Merit Aid and Retention: Mediation and Moderation. *Research in Higher Education* 63, 713–739. <https://doi.org/10.1007/s11162-021-09661-9>
- Keele, L. (2010). Proportionally Difficult: Testing for Nonproportional Hazards in Cox Models. *Political Analysis*, 18(2), 189–205. <http://www.jstor.org/stable/25792004>
- Koljatic, M. & Silva, M. (2006). Validación de la PSU: Comentarios al "Estudio acerca de la validez predictiva de los factores de selección a las universidades del Consejo de Rectores. *Estudios Públicos*, 104, 331-346.
- Koljatic, M. & Silva, M. (2010). Algunas reflexiones a siete años de la implementación de la PSU. *Estudios Públicos*, 120, 125-146.
- Larroucau, T. (2015). Estudio de los factores determinantes de la deserción en el sistema universitario chileno. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, 1(1), 1 - 23. doi:10.5354/07196296.2015.38351
- Latorre, Carmen Luz, González, Luis Eduardo & Espinoza, Oscar (2009). *Equidad en educación superior: Evaluación de las políticas públicas de la Concertación*, Editorial Catalonia/Fundación Equitas, Santiago.
- López Lorena 2010. La retención y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en el primer año de ingeniería. [Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile]. http://repositorio.conicyt.cl/bitstream/handle/10533/181635/LOPEZ_LORENA_2452D.pdf?sequence=1
- McCowan, Tristan & Unterhalter, Elaine. (2015). *Education and International Development: An Introduction*.
- Ministerio de Educación. (2022). Beneficios estudiantiles educación superior - Gratuidad. Portal beneficios estudiantiles. <https://portal.beneficiosestudiantiles.cl/gratuidad>
- Ministerio de Desarrollo Social (2003). *Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN)*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social.
- Ministerio de Desarrollo Social (2006). *Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN)*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social.
- Ministerio de Desarrollo Social (2011). *Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN)*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social.
- Ministerio de Desarrollo Social (2015). *Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN)*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social.
- Ministerio de Desarrollo Social (2020). *Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN)*. Santiago de Chile: Ministerio de Desarrollo Social.

- Mouton, D., Zhang, H. & Bernhard, E. (2020). German university student's reasons for dropout. Identifying latent classes. *Journal for Educational Research online*. 12(2), 190-224. <https://doi.org/10.25656/01:20977>
- Nuñez, A., & Cuccaro-Alamin, S. (1998). First-Generation Students: Undergraduates Whose Parents Never Enrolled in Postsecondary Education No. NCES 98082). Washington, DC: National Center or Educational Statistics.
- OECD (2021), Education at a Glance 2021: OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b35a14e5-en>.
- Olave Evelyn 2019. Entornos familiares y permanencia de los(as) estudiantes de primera generación en el primer año universitario: la perspectiva de padres y madres [Tesis de Pregrado, Universidad Finis Terrae]. https://repositorio.uft.cl/xmlui/bitstream/handle/20.500.12254/1920/Olave_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paulsenn M. & St. John, E. (2002) Social Class and College Costs, *The Journal of Higher Education*, 73:2, 189-236, DOI: 10.1080/00221546.2002.11777141
- PNUD (2005) Expansión de la educación superior en Chile: hacia un nuevo enfoque de la equidad y calidad, PNUD: Temas de Desarrollo Humano Sustentable # 10.
- Richburg-Hayes, L., Brock, T., LeBlanc, A., Paxson, C., Rouse, C.E., & Barrow, L. (2009). Rewarding persistence: Effects of a performance-based scholarship program for low-income parents. New York: MDRC.
- Saldana, Magdalena & Barriga, Omar. (2010). Adaptación del modelo de deserción universitaria de Tinto a la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. *Revista de Ciencias Sociales*. 16. 616-628. 10.31876/rcs.v16i4.25529.
- Santelices, M., Catalán, X., Kruger, D., & Horn, C. (2016). Determinants of persistence and the role of financial aid: lessons from Chile. *Higher Education*, 71, 323-342. <https://doi.org/10.1007/s10734-015-9906-6>
- Servicio de información de educación superior. (2010). Matrícula total 2010 de Educación Superior. <https://hdl.handle.net/20.500.12365/4643>
- SIES (2014) Panorama de la Educación Superior en Chile 2014. División de Educación Superior, Ministerio de Educación.
- Sistema de información de educación superior. (2017). Informe matrícula 2017 en educación superior en Chile. <http://biblioteca.digital.gob.cl/handle/123456789/674>
- Servicio de Información de Educación Superior. (2021). *Informe 2021 Retención de 1er Año de Pregrado. Cohortes 2016-2020*. Retrieved from: https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2021/08/Informe_Retencion_SIES_2021.pdf

- Sistema de información de educación superior. (2022, julio). Informe 2022 matrícula en educación superior en Chile. https://www.mifuturo.cl/wp-content/uploads/2022/07/Matricula_Educacion_Superior_2022_SIES.pdf
- Soto Hernández, V. (2016). Estudiantes de primera generación en Chile: Una aproximación cualitativa a la experiencia universitaria. *Revista Complutense de Educación*, 27(3), 1157-1173. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n3.47562.
- Soto Álvarez, G. (2018). Propuestas de mejora a la acciones de apoyo para estudiantes que ingresan a la Universidad de Chile vía sistema de ingreso prioritario de equidad educativa. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/152124>
- St. John, E. P., Andrieu, S., Oescher, J., & Starkey, J. B. (1994). The Influence of Student Aid on Within-Year Persistence by Traditional College-Age Students in Four-Year Colleges. *Research in Higher Education*, 35(4), 455–480. <http://www.jstor.org/stable/40196136>
- Stewart, S., Lim, D., & Kim, J. (2015). Factors Influencing College Persistence for First-Time Students. *Journal of Developmental Education*, 38(3), 12–20.
- Therneau, T.M., Grambsch, P.M. and Fleming, T.R. (1990) Martingale-Based Residuals for Survival Models. *Biometrika*, 77, 147-160. <https://doi.org/10.1093/biomet/77.1.147>
- Thomas, L., & Quinn, J. (2007). First generation entry into higher education. An international study. Maidenhead: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Tinto, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89–125. <https://doi.org/10.3102/00346543045001089>
- Tinto, V. (1982), Defining dropout: A matter of perspective. *New Directions for Institutional Research*, 1982: 3-15. <https://doi.org/10.1002/ir.37019823603>
- Tinto, V. (1988). Stages of Student Departure: Reflections on the Longitudinal Character of Student Leaving. *The Journal of Higher Education*, 59(4), 438–455. <https://doi.org/10.2307/1981920>
- Trow, M. (2010). Reflections on the Transition from Elite to Mass to Universal Access: Forms and Phases of Higher Education in Modern Societies since WWII. *Springer International Handbooks of Education*, 243–280. doi:10.1007/978-1-4020-4012-2_13
- UNESCO-IESALC. (2020, noviembre). Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales. <https://www.iesalc.unesco.org/wp-content/uploads/2020/11/acceso-universal-a-la-ES-ESPANOL.pdf>
- URZÚA, S., (2012). Rentabilidad de la educación superior en Chile. Revisión de las bases de

30 años de políticas públicas.

Valdivieso, P., Antivilo, A., & Barrios, J. (2006). Caracterización sociodemográfica de estudiantes que rinden la PSU, postulan y se matriculan en universidades del Consejo de Rectores. *Calidad en la Educación*, 24, 312-361.

Von Hippel, P. T., & Hofflinger, A. (2020). The data revolution comes to higher education: identifying students at risk of dropout in Chile. *Journal of Higher Education Policy and Management*, 43(1), 2–23. doi:10.1080/1360080x.2020.1739800

Xue, Yishu & Schifano, Elizabeth. (2017). Diagnostics for the Cox model. *Communications for Statistical Applications and Methods*. 24. 583-604. 10.29220/CSAM.2017.24.6.583.