

|N°15/2019|

CUADERNOS DE  
INVESTIGACIÓN

ISSN  
0719-7896

# Aseguramiento de la Calidad en Educación Superior

---

Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador  
Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para  
políticas públicas y procesos de acreditación  
con foco en la equidad

---

Manuel Cepeda, Michelle Bizama, Daniel Casanova y Cristian Oliva



Comisión Nacional  
de Acreditación  
CNA-Chile



CUADERNOS DE  
INVESTIGACIÓN

---

Aseguramiento  
de la Calidad  
en Educación  
Superior



Comisión Nacional  
de Acreditación  
CNA-Chile

ISSN 0719-7896

Cuadernos de Investigación en Aseguramiento de la Calidad  
N°15 Año 2019

Comisión Nacional de Acreditación (CNA)

Santa Lucía 360, Piso 6 - Santiago, Chile

Teléfono: (56-2) 226201100

investigacion@cnachile.cl

**Directora** Paula Beale Sepúlveda

**Editor General** Guillermo Valdés Valenzuela

**Coordinadora Editorial** Débora Jana Aguirre

**Equipo Técnico**

Luciano Mariño Beltrán, Gonzalo Serrano Solís y Carlos Tapia García

**Diseño y realización gráfica**

FYM

**Impresión**

Valente Impresores Limitada

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

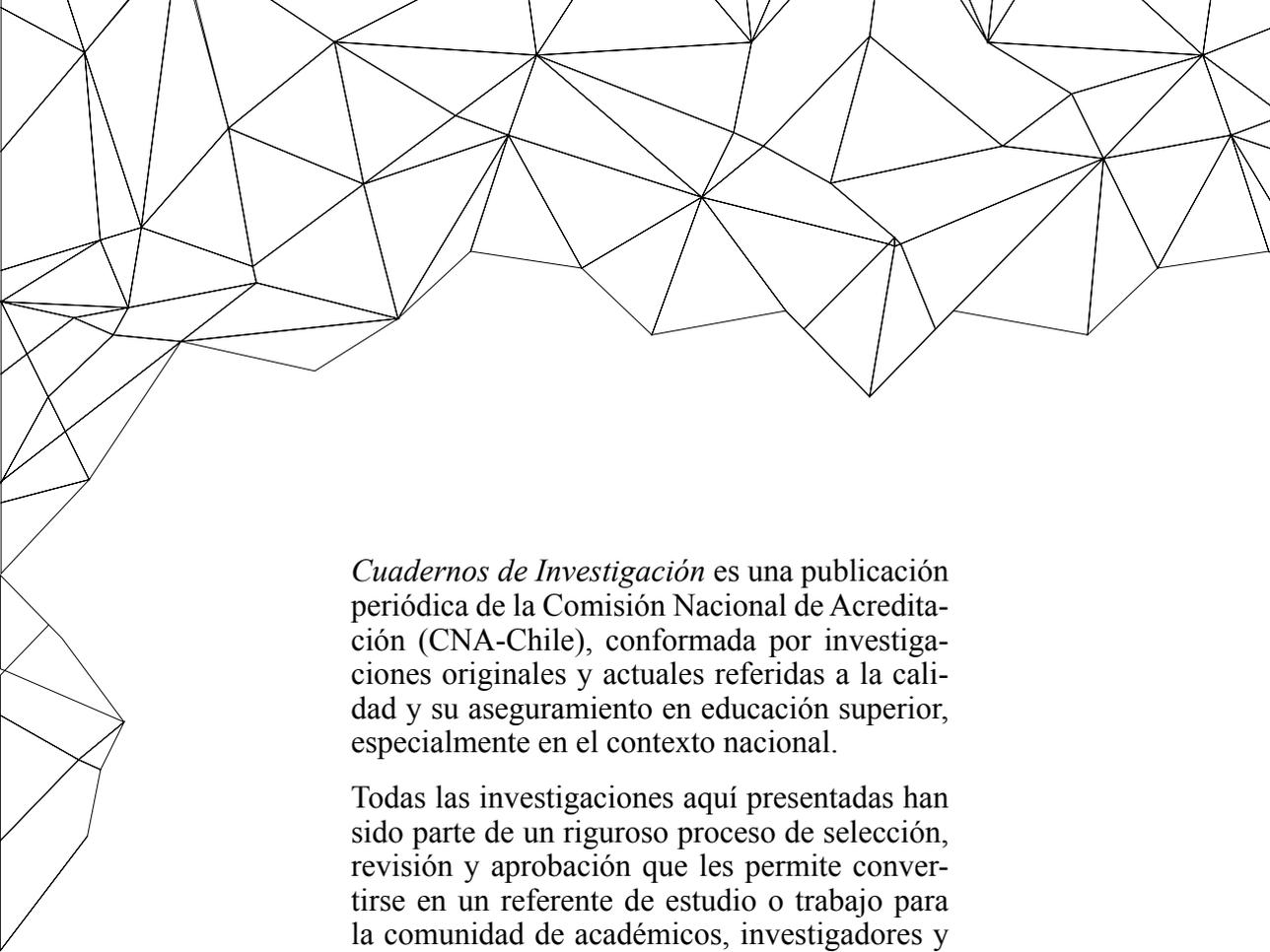


Reconocimiento. Debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace.



No Comercial. No puede utilizar el material para una finalidad comercial.

Para citar este documento: Cepeda, M., Bizama, M., Casanova, D. y Oliva, C. (2019). *Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para políticas públicas y procesos de acreditación con foco en la equidad*. (Vol.N°15). Santiago de Chile: Comisión Nacional de Acreditación. Serie Cuadernos de Investigación en Aseguramiento de la Calidad. Disponible en la red: <http://www.investigacion.cnachile.cl/>



*Cuadernos de Investigación* es una publicación periódica de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile), conformada por investigaciones originales y actuales referidas a la calidad y su aseguramiento en educación superior, especialmente en el contexto nacional.

Todas las investigaciones aquí presentadas han sido parte de un riguroso proceso de selección, revisión y aprobación que les permite convertirse en un referente de estudio o trabajo para la comunidad de académicos, investigadores y especialistas en la materia.

Los *Cuadernos de Investigación* de CNA-Chile pretenden fomentar el desarrollo y creación de nuevo conocimiento en el ámbito del aseguramiento de la calidad en educación superior, difundir sus resultados y contribuir al debate y reflexión en la materia.

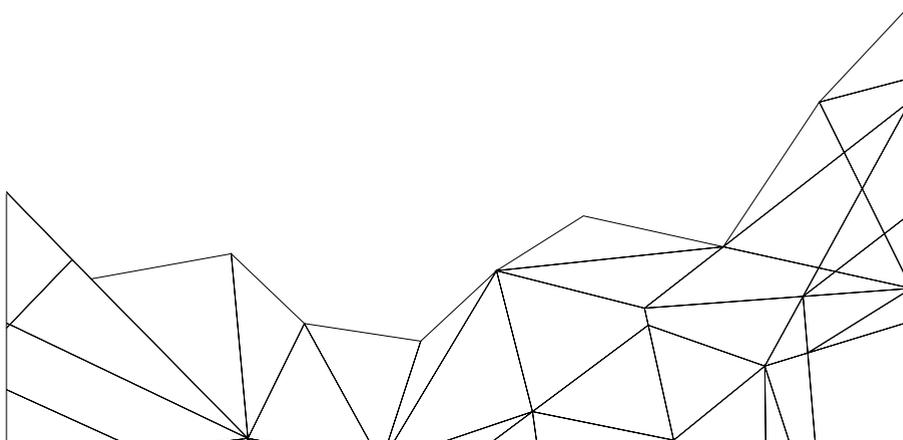


---

Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador  
Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para  
políticas públicas y procesos de acreditación  
con foco en la equidad

---

Manuel Cepeda, Michelle Bizama, Daniel Casanova y Cristian Oliva



## CONTENIDOS

---

### **Presentación**

Hernán Burdiles, Presidente Comisión Nacional de Acreditación 13

### **Prólogo**

Judith Scharager, Pontificia Universidad Católica de Chile 15

**Resumen/Abstract** 17

**Introducción** 19

### **Capítulo I**

Antecedentes conceptuales 25

I.1. Diversificación del perfil de ingreso: breve estado del arte 27

I.2. Marco teórico 32

### **Capítulo II**

Marco Metodológico 47

II.1. Objetivos de investigación 49

II.1.1. Objetivo general 49

II.1.2. Objetivos específicos 49

II.2. Relevancia de la investigación 50

II.3. Metodología y trabajo de campo 51

II.3.1. Selección de la muestra 52

II.3.2. Construcción de un modelo de regresión lineal múltiple para cada variable bajo estudio: deserción y tiempo de titulación 52

II.3.3. Análisis de correlación canónica (ACC)	54
II.3.4. Modelo de ecuaciones estructurales	57

### **Capítulo III**

Propuesta de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica	61
III.1. El perfil de ingreso y su relación con el aseguramiento de la calidad	63
III.2. Propuesta del indicador	68
III.3. El perfil de ingreso y su relación con la política pública de la gratuidad	74
III.4. Ejemplo de uso del Polinomio de Vulnerabilidad Académica	77

### **Capítulo IV**

Propuestas Metodológicas	83
IV.1. Línea de base: modelos de regresión múltiple	86
IV.2. Modelos basados en regresión lineal múltiple	87
IV.2.1. Indicador de Vulnerabilidad en función de la deserción	88
IV.2.2. Indicador de Vulnerabilidad en función del tiempo de titulación	91
IV.2.3. Análisis crítico de los modelos basados en regresión lineal	93
IV.3. Modelos integrados	94
IV.3.1. Correlaciones canónicas	94
IV.3.2. Modelos de ecuaciones estructurales	100
IV.3.3. Comparación y selección	104
IV.4. Mecanismo para alinear el modelo a políticas públicas específicas	107

<b>Capítulo V</b>	
Conclusiones	111
<b>Referencias bibliográficas</b>	117
<b>Sobre los autores</b>	127
<b>Contexto de los Cuadernos de Investigación</b>	128
<b>Estudios y publicaciones de la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile)</b>	135

## Índice de Tablas

Tabla 1. Variables utilizadas en la literatura para caracterizar las condiciones de entrada de los estudiantes	43
Tabla 2. Definición de variables de estudio	45
Tabla 3. Información para el ejemplo: tasas de retención agregadas	64
Tabla 4. Información de ejemplo: tasas de retención desagregadas (promedio nacional)	65
Tabla 5. Información de ejemplo: tasas de retención desagregadas (por institución)	66
Tabla 6. Datos ejemplo	78
Tabla 7. Perfil ingreso medio datos ejemplo	78
Tabla 8. Coeficientes de determinación usando regresión lineal	87
Tabla 9. Información para la obtención de un indicador basado en la deserción	89
Tabla 10. Información para la obtención de un indicador basado en el tiempo de titulación	92
Tabla 11. Resultados obtenidos al aplicar correlación canónica: variables independientes	98
Tabla 12. Resultados obtenidos al aplicar correlación canónica: variables dependientes	98
Tabla 13. Información para la obtención de un indicador basado en correlaciones canónicas	99
Tabla 14. Información para la obtención de un indicador ajustado	103
Tabla 15. Bondad de ajuste de los modelos propuestos	105

## **Índice de Gráficos**

Gráfico 1. Información de ejemplo: distribución de estudiantes (%) por institución	65
Gráfico 2. Información de ejemplo: tasas de retención	67
Gráfico 3. Clasificación de estudiantes según quintil de vulnerabilidad académica	80
Gráfico 4. Tasa de deserción de la Universidad A	80
Gráfico 5. Tiempo medio de titulación de la Universidad A	81
Gráfico 6. Tasa de deserción de la Universidad B	82
Gráfico 7. Tiempo de titulación de la Universidad B	82

## **Índice de Figuras**

Figura 1. Ejemplo de diagrama estructural	60
Figura 2. Diagrama estructural propuesto	69
Figura 3. Diagrama estructural propuesto	100

## PRESENTACIÓN

---

**E**ste es el cuarto año en que la Comisión Nacional de Acreditación (CNA-Chile) publica la serie *Cuadernos de Investigación*, con estudios originales relativos a la educación superior, al aseguramiento de la calidad y los desafíos del sistema.

Los nuevos números que contiene la serie, 13, 14, 15 y 16, demuestran el interés de la Comisión por continuar con el desarrollo de la investigación en el área del aseguramiento de la calidad y profundizar en aspectos de relevancia para la comunidad vinculada.

Las investigaciones que forman parte de esta nueva colección se centran en aspectos vinculados a la progresión académica, en concreto, a la retención de estudiantes universitarios.

Los enfoques son variados, pues para comprender la retención, medirla y mejorar sus indicadores, las investigaciones utilizan aproximaciones cuantitativas y cualitativas que permiten profundizar en las características sociodemográficas de los estu-

diantes y en cómo ello define su permanencia en carreras del área de las tecnologías; en cómo se ajustan y articulan los estudiantes y las estructuras de cada institución para asegurar la permanencia de estudiantes que provienen de la educación técnico profesional; en el rol que juegan la motivación y la conducta de estudiantes universitarios -o *engagement*- en la retención; y, por último, en las experiencias de mujeres que cursan carreras universitarias tradicionalmente masculinizadas y las estrategias institucionales que promueven su retención.

El Cuaderno N°15 se titula “Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para políticas públicas y procesos de acreditación con foco en la equidad”. El estudio fue conducido por el académico e investigador Manuel Cepeda de la Universidad Católica de la Santísima Concepción.

Entre los principales aportes del estudio destacan la elaboración de un indicador que busca cuantificar la influencia o impacto que tienen las condiciones socio-demográficas de los estudiantes en su desempeño académico. La propuesta de los autores consiste en contextualizar los indicadores de retención y progresión académica como insumo para los procesos de evaluación y acreditación.

La Comisión espera seguir contribuyendo al análisis y la reflexión de aspectos claves del sistema, y consolidarse como un aporte para el trabajo de instituciones de educación superior, centros de investigación y público interesado en materias vinculadas al aseguramiento de la calidad.

**Hernán Burdiles Allende**

Presidente Comisión Nacional de Acreditación

## PRÓLOGO

---

**E**l estudio que se presenta a continuación, constituye un interesante ejercicio investigativo que se inicia poco tiempo después de promulgada la Ley de Educación Superior N° 21.091. Se desarrolla en un contexto de gran diversidad, tanto en los programas de formación, las casas de estudio que los albergan y los perfiles de sus estudiantes. En este escenario, las instituciones de educación superior han debido ajustarse a la noción de calidad que se ha instalado en Chile, la que es operacionalizada mediante diferentes sistemas de evaluación que se ejecutan a través de criterios e indicadores relacionados con características de las universidades, sus recursos y el perfil de sus estudiantes. La elección de los indicadores y estándares utilizados en estas mediciones, y la forma en que se manejan, en un entorno muy heterogéneo, pueden determinar que la aplicación de una decisión sea justa o injusta. Este antecedente, y la preocupación por evitar las inequidades, fue un estímulo para llevar a cabo esta investigación.

El estudio se ha planteado como objetivo general proponer una metodología para construir un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica, que permita clasificar a los estudiantes que ingresan a la educación superior de acuerdo a su vulnerabilidad académica, en función de una serie de variables del perfil de ingreso. La iniciativa por desarrollar esta metodología, surge de la experiencia previa, especialmente en procesos de acreditación que no ponderan adecuadamente los distintos perfiles de ingreso de los estudiantes, para evaluar cada institución de acuerdo a sus particularidades. Ello se suma a la carencia de mecanismos que permitan objetivar y hacer equitativas las decisiones, que podrían estar sesgadas por las diferencias del perfil de los estudiantes, en las mencionadas decisiones de acreditación o en la asignación de recursos.

El estudio expone una revisión actualizada de literatura que analiza las variables que pueden explicar la permanencia o deserción de los estudiantes, entre las que se distinguen sus condiciones

de entrada (escolaridad de los padres, género, puntaje PSU, entre otros); factores psicosociales (percepción de autoeficacia, motivación, sentimientos de pertenencia, redes de apoyo, entre otros).

Los autores limitan la incorporación de las variables asociadas al perfil socioeconómico y de rendimiento académico previo predominante de los estudiantes y a la influencia del mismo en el logro educacional.

Si bien el estudio no desconoce la importancia de variables psicosociales y del proceso formativo, se advierten desafíos entre la tendencia esbozada en los modelos teóricos revisados y la opción de acotar a un tipo de variables en el estudio. Dado el carácter de ensayo investigativo que tiene esta investigación, se abren las puertas para futuros estudios que lo complementen.

Judith Scharager

Pontificia Universidad Católica de Chile

## **Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para políticas públicas y procesos de acreditación con foco en la equidad**

### RESUMEN

La Ley N° 21.091 sobre educación superior establece que el aseguramiento de la calidad se base en criterios y estándares que se determinen de manera objetiva para cada institución. Esta investigación surge de la necesidad de proveer una metodología que permita generar líneas de base que apunten a la evaluación equitativa de los procesos de formación, considerando para ello el perfil de ingreso de los estudiantes que recibe una institución. Se propone una medida única nacional que se ha denominado Indicador de Vulnerabilidad Académica en función del perfil de ingreso del estudiante. Dicho indicador apoyaría los procesos de acreditación de instituciones y programas. Más específicamente, en la evaluación e interpretación de indicadores de progresión estudiantil. Además, sería un insumo importante para el desarrollo y revisión de políticas públicas que busquen equidad e inclusión en la educación superior, como la gratuidad. Finalmente, este estudio presenta una revisión de diversos modelos multivariantes que podrían servir de base para construir el indicador propuesto. A partir de un análisis crítico entre estos modelos, se propone uno basado en ecuaciones estructurales.

**Palabras clave:** Perfil de ingreso, inclusión, acreditación, políticas públicas, rendimiento académico, equidad.

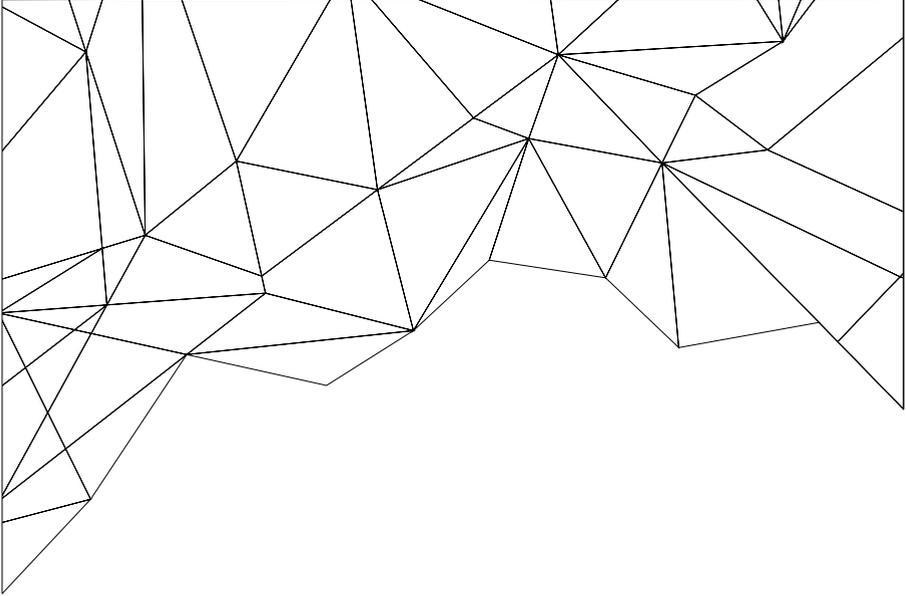
### ***Methodological proposal to achieve a National Indicator of Academic Vulnerability: an input for policies audiences and accreditation processes with a focus on equity***

#### ABSTRACT

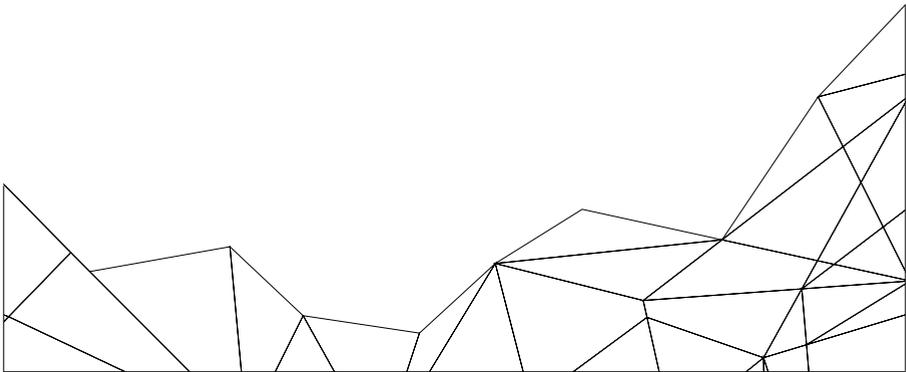
*Higher Education Law N° 21.091 establishes that ensuring education quality should be based on objective standards and criterion. This research arises from the need to provide a methodology that allows generating such standards that are aimed at the equitable evaluation of the formation processes as a function of the student's entry profile that an institution receives. A single national measure is proposed that has been called Academic Vulnerability Indicator based on the student's entry profile. This indicator would support accreditation processes, both for programs and institutions, More specifically, in the evaluation and interpretation of indicators of student progression. In addition, it would be an important input for the development and review of public policies that seek equity and inclusion in higher education such as gratuity. Finally, this study presents a review of various multivariate models that could serve as a basis for building the proposed indicator. Based on a critical analysis between these models, one based on structural equations is proposed.*

**Keywords:** *Entry profile, inclusion, accreditation, public policies, academic performance, equity.*





## **INTRODUCCIÓN**





La expansión de la oferta, la mayor disponibilidad de financiamiento estudiantil y las expectativas de ascenso social permitieron, en las últimas décadas, aumentar el acceso a la educación superior de grupos socioeconómicos y culturales antes excluidos, lo que implicó una diversificación del origen social de la población estudiantil de educación superior. Se espera que la reciente política de gratuidad de un nuevo impulso a este proceso de diversificación social de la matrícula.

Por diversas razones -ubicación geográfica, prestigio, costos-, ciertas instituciones y programas de estudios concentran una mayor cantidad de estudiantes provenientes de familias de bajos ingresos que son, regularmente, la primera generación que ingresa a la educación superior y, con frecuencia, en condiciones desfavorables respecto a la preparación para el acceso a la educación terciaria. Al mismo tiempo, hay universidades que concentran una mayor proporción de estudiantes que provienen de los quintiles de ingresos más altos, de colegios privados y con padres profesionales. Se habla, entonces, de un acceso segmentado a la educación superior (González & Dupriez, 2017) y de las nuevas necesidades y desafíos que desde allí emergen (Manzi & Santelices, 2018).

Las instituciones han incorporado dispositivos de apoyo a los estudiantes provenientes de entornos desfavorecidos, con el fin de ayudarles a tener éxito en sus estudios superiores, modificando las prácticas de docencia que descansaban en la presunción de estudiantes suficientemente preparados. Dada la segmentación social en el acceso, este mayor esfuerzo es distinto entre las diversas universidades y podría tener importantes repercusiones en el financiamiento de las mismas.

Un sistema de aseguramiento de la calidad que atienda la inclusión y la equidad no puede perder de vista que, por muy buenos que sean los procesos formativos en una institución, existen estudiantes provenientes de realidades que propenden a un mayor riesgo de deserción y rezago. A ellos, y a las instituciones que asisten, les tomará más

tiempo y esfuerzo lograr una formación de calidad y el desarrollo de la capacidad de autorregulación del aprendizaje, lo que repercutirá directamente en la titulación oportuna y en el tiempo medio de titulación.

Frente a esta nueva realidad, se hace necesario desarrollar herramientas que permitan evaluar las condiciones de entrada de estos estudiantes, con el fin de ser un apoyo a los procesos de aseguramiento de la calidad de instituciones y programas de pregrado, y al desarrollo de políticas públicas más acordes a la realidad nacional y al nuevo perfil de estudiantes que está ingresando a la educación terciaria.

Un ejemplo del último punto señalado es la gratuidad. Este es un beneficio que obtiene un estudiante perteneciente al 60% de las familias con menores ingresos del país, y consiste en la exención del arancel durante la duración nominal de la carrera. Si un estudiante no termina su carrera en ese tiempo, pierde el beneficio y deberá pagar el 50% del costo al siguiente año de la carrera y el otro 50% lo debe asumir la universidad. La gratuidad no considera, por una parte, que muchos estudiantes necesitan más tiempo para alcanzar aprendizajes esperados y, por tanto, que su permanencia en una carrera puede ser mayor que la duración nominal. Por otra parte, tampoco se alinea al concepto de titulación oportuna que se utiliza en políticas públicas: duración formal de la carrera más un año, lo que significa que el diseño de la gratuidad excluye de la misma a estudiantes que se titulan en tiempos tradicionalmente interpretados como oportunos.

Entonces, en el contexto de diversificación del perfil de ingreso de los estudiantes a la educación terciaria no parece pertinente que la gratuidad financie los estudios solo por el tiempo de duración formal de la carrera, entendiendo que el recurso fundamental para apoyar el aprendizaje de los estudiantes es el tiempo (Cifuentes, Munizaga & Mella, 2017).

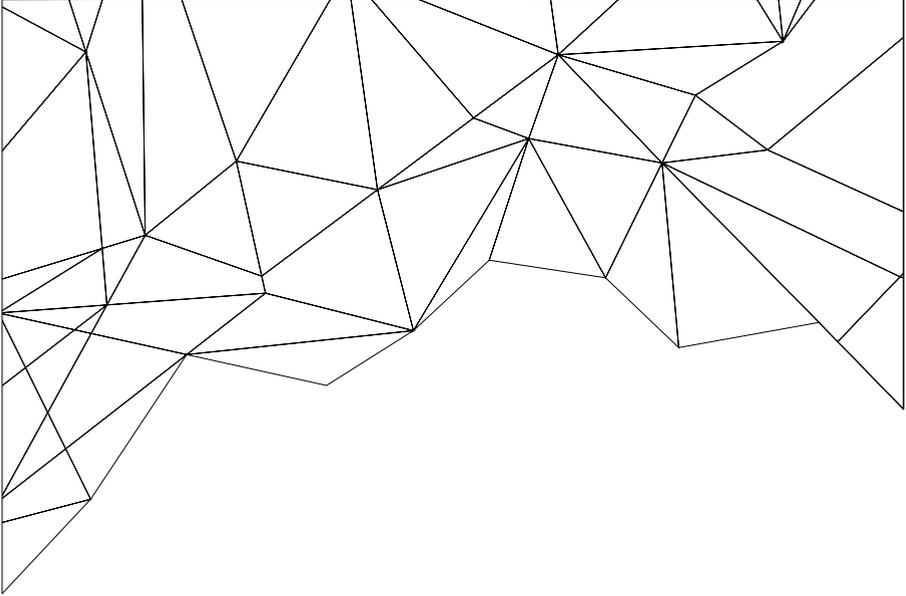
Ahora bien, para ponderar adecuadamente los factores asociados al perfil de ingreso de los estudiantes en los criterios de aseguramiento de la calidad, se debe proveer de instrumentos que permitan hacer más objetiva la evaluación de los principales indicadores de rendimiento académico en función del perfil de ingreso de los estudiantes.

De acuerdo a lo señalado este estudio propone al sistema nacional de aseguramiento de la calidad de la educación superior herramientas que permitan, a los principales actores, interpretar de manera más objetiva los desempeños asociados con los indicadores de docencia, teniendo como base el perfil social y económico de ingreso de los estudiantes. Los autores introducen el concepto de vulnerabilidad académica, cuyo fundamento es relacionar la influencia del origen social y económico de los estudiantes con el éxito en la educación superior. Para objetivar la vulnerabilidad académica, se propone una medida única a nivel nacional, llamada Indicador de Vulnerabilidad Académica.

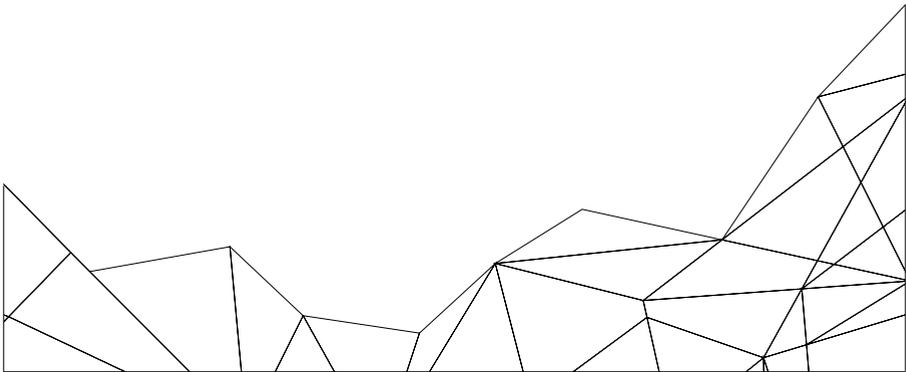
Para el logro de lo anterior, se analizaron tres modelos basados en regresión lineal múltiple. Considerando la robustez y la complejidad del modelo, se recomienda construir un Indicador de Vulnerabilidad Académica basado en un modelo de ecuaciones estructurales.

Esta investigación se desglosa en cinco capítulos. El Capítulo I presenta los antecedentes conceptuales de la problemática, discutiendo en profundidad el estado del arte y el marco teórico en la cual se sustenta. El Capítulo II establece el marco metodológico de la investigación, señalando el objetivo general y los objetivos específicos, la obtención de la muestra, el cálculo de los valores de referencia y una breve descripción de las técnicas que se usaron. En el Capítulo III, se muestra la aplicabilidad de esta propuesta metodológica, tanto en el contexto de políticas públicas como en procesos de aseguramiento de la calidad de programas e instituciones. Posteriormente, en el Capítulo IV, se presentan los modelos concebidos, diseñados e implementados en este estudio, así como los principales resultados obtenidos, a manera de ejemplo, con datos muestrales. Finalmente, se señalan las principales recomendaciones y conclusiones de este trabajo.





**CAPÍTULO I**  
**ANTECEDENTES CONCEPTUALES**





### **I.1. Diversificación del perfil de ingreso: breve estado del arte**

La expansión de la matrícula y la diversificación institucional de la educación superior chilena han ocurrido bajo una modalidad particular de desarrollo, caracterizada por el intenso operar de un mercado educativo, con fuerte preeminencia de la oferta privada, predominio del subsidio a la demanda y baja capacidad de regulación estatal (Brunner, 2015; Fernández, 2015). En esta modalidad, la expansión de un nivel educativo generalmente va acompañada de una diversificación cualitativa de la oferta. Cuando un grupo social se acerca a la saturación en el acceso a un nivel educativo, las desigualdades de acceso serán reemplazadas por desigualdades en el sector más selectivo, según predice la teoría (Lucas, 2001). La expansión y la diversificación generan dispositivos que canalizan a los estudiantes de familias de bajos ingresos a una educación superior de bajo estatus, para reservar la de alto estatus a la élite, la que se mantiene selectiva o incluso aumenta su selectividad.

Otras interpretaciones ponderan lo anterior, al considerar que la expansión de un mercado educativo -aún con las limitaciones producidas por la inevitable gradiente de calidad- generaría oportunidades que bajo esquemas de mayor regulación estatal no habrían existido (Arum, Gamoran & Shavit, 2007), lo que apoyaría políticas expansivas por la vía del financiamiento privado.

Se ha destacado también que las modalidades privatizadoras y desreguladas de expansión generan un mercado posicional de bienes de prestigio no caracterizado por las clásicas relaciones de la oferta y la demanda, particularmente en la zona de las instituciones de élite (Marginson, 2004, 2011). Tales universidades no buscan seducir a los consumidores mediante precios atractivos y mejores servicios docentes, sino manteniendo y avanzando con su prestigio, mientras los estudiantes pugnan por entrar y ellos mismos se convierten en un insumo esencial del mismo prestigio que busca sostener la universidad (Winston, 2000). Las instituciones menos selectivas luchan más bien por comple-

tar sus vacantes y asegurar sus ingresos, y no reciben reconocimiento suficiente por la calidad de sus buenos programas. Las instituciones intermedias combinan vacantes de alto y bajo valor, y no logran ingresar al exclusivo círculo de las instituciones de mayor prestigio, quedando relegadas a la categoría de segundas preferencias. De esta forma, se configuran segmentos con límites más o menos fuertes entre ellos, en una jerarquía vertical (Brunner & Uribe, 2007). En ese sentido, la jerarquía de instituciones en orden de prestigio y selectividad tiende a la estabilidad, puesto que, en esta lógica, importa la mantención de la posición relativa, lo que refuerza, para el caso de la educación superior, el hecho que la ampliación de las oportunidades educacionales no implica, necesariamente, la democratización, sino más bien exacerba las estratificaciones por calidad y el acceso diferenciado (Marginson, 2004; Brunner & Uribe, 2007).

El correlato empírico de esta realidad es la manera en que se distribuye la matrícula de pregrado según el tipo de instituciones y su relación con el origen social de los estudiantes, manifestándose diversos grados de segmentación (Salas, 2012; Jarpa-Arriagada & Rodríguez-Garcés, 2017). Orellana (2011) realiza una caracterización social de los alumnos que ingresan a la educación superior. El análisis realizado a los estudiantes por grupo ocupacional del jefe de hogar, evidencia que la mayoría de los estudiantes cuyo sostén económico es empleado y obrero y trabajador no calificado se inscriben en universidades docentes no selectivas de tamaño menor y tamaño mayor. Por otro lado, el grupo de mayores ingresos, directivos y profesionales, presenta una cobertura del 70% en instituciones selectivas. El autor también indaga la relación entre ingreso y capital educacional incorporado como factores determinantes para el diferenciado acceso a la educación superior. En el caso de directivos y profesionales, las mayores concentraciones de capital educacional e ingreso del jefe de hogar coinciden en las universidades esencialmente docentes con investigación, categoría formada por las habitualmente consideradas universidades privadas de excelencia vinculadas a la élite.

En el caso de los técnicos y profesionales de nivel medio, la situación varía. Las familias de mayor capital económico y educativo no acceden a las universidades privadas de élite, sino a las docentes selectivas y a las de investigación -las de mayor excelencia del Consejo de Rectores de Chile (CRUCH)- en las que coinciden ambas formas

de capital. Las universidades con investigación selectivas -en general, las universidades regionales más destacadas del CRUCH- presentan un perfil de bajo ingreso relativo dentro de la categoría, pero de alta concentración de capital educacional -segundo lugar de las instituciones-. Para el caso de trabajadores no calificados, las universidades docentes no selectivas de tamaño menor presentan un perfil de ingreso bajo y baja escolaridad del jefe de hogar.

Casanova (2015) demuestra mediante el tratamiento de registros empíricos de 33 universidades participantes del Sistema Único de Admisión (SUA) que a mayor calidad de las instituciones -medida por los años de acreditación- mayor nivel social de los estudiantes seleccionados en el proceso de admisión. Esto permite afirmar que existe un alineamiento entre la jerarquía de calidad, la reputación de las instituciones y la jerarquía socioeconómica de la demanda, tal como predice Marginson (2004). Sin embargo, al analizar la información según las categorías de universidades docentes, aquellas con proyección en investigación, universidades de investigación y doctorado en áreas selectivas y universidades de investigación y doctorado (Reyes & Rosso, 2013), encuentran notables diferencias en la composición social de los estudiantes. Así, las instituciones de élite y selectivas de la Región Metropolitana concentran estudiantes de familias de más altos ingresos; pero sus similares de regiones son mucho más diversas socialmente. Al mismo tiempo, se detecta en la base un puñado de universidades privadas de baja o sin acreditación que concentran a los estudiantes de los quintiles de más bajos ingresos.

Espinoza, González, Uribe, Castillo, González & López (2008) investigan la relación entre la institución y el nivel de escolaridad del jefe de hogar. Comprueban que los jóvenes con jefes de hogar que tienen educación superior suelen proseguir estudios superiores universitarios. En el caso de los jóvenes que proceden de hogares con jefes que alcanzaron educación básica y media, el porcentaje de estudiantes en centros de formación técnica e institutos profesionales es significativamente mayor que los matriculados en las universidades.

Jarpa-Arriagada y Rodríguez-Garcés (2017) comparan a los estudiantes de primera generación con aquellos que denominan continuistas. Documentan la persistencia de procesos de exclusión y segregación que reproducen las desigualdades del proceso de elección

profesional en base a las restricciones impuestas por el *habitus*. Discuten, a partir de allí, si efectivamente se verifica una mayor democratización e inclusión en un sistema de educación superior masificado y diversificado.

Los diferenciales de acceso y la existencia de ciertos niveles de especialización de las instituciones en relación a perfiles sociales específicos de estudiantes tienen su correlato en resultados diferentes en el logro educacional -empleabilidad, retorno privado de las creenciales- y de eficiencia docente -retención y progresión-. Orellana (2011) discute la promesa de la teoría del capital humano, en relación al círculo virtuoso de la educación, documentando los mecanismos de la reproducción social y la herencia cultural en el nuevo escenario de la educación superior. Por su parte, Urzúa (2012) logra documentar los diferenciales de recompensa salarial de una muestra de carreras, demostrando casos de retornos negativos en titulados de universidades de baja acreditación.

Por su parte, los resultados en materia de eficiencia docente muestran diferencias según tipo de institución, acceso a financiamiento y perfil social y cultural de los estudiantes. La mayor disponibilidad de financiamiento estudiantil ha permitido dar acceso a la educación superior a grupos socioeconómicos y culturales antes excluidos, lo que implicó una diversificación del perfil del estudiante que ingresa a la educación superior (Cifuentes et al., 2017; SIES, 2014). Si bien esto permitió dar más oportunidades a aquellos alumnos con un nivel socioeconómico menor y que además, ha mejorado la equidad de los aprendizajes escolares, principalmente en la enseñanza básica (Duar-te, Bos, Moreno & Morduchowicz, 2013) dichos estudiantes presentan menores aprendizajes que los que provienen de colegios particulares (Mizala & Romaguera, 2000).

La literatura ha documentado las barreras no solo académicas, sino también psicológicas, motivacionales y culturales que explican mayor deserción y menor titulación en estudiantes provenientes de familias de bajos ingresos ( Jury, Smeding, Stephens, Nelson, Aelenei & Darnon, 2017). Manzi y Santelices (2018) señalan que los estudiantes de primera generación son más proclives a una experiencia emocional más negativa, una limitada sensación de pertenencia y una menor percepción de autoeficacia académica.

El nivel socioeconómico y el capital cultural de las familias son los principales factores que explican las diferencias de rendimiento académico, tanto entre los estudiantes como entre los establecimientos (Tinto, 1975; Smith & Naylor, 2001; Donoso & Schiefelbein, 2007; Reyes, Escobar, Duarte & Ramirez, 2007; Casanova, 2007; Díaz, 2008). En un proceso donde el ingreso a las universidades de mayor calidad es selectivo, en los planteles situados en la cúspide de la gradiente de prestigio existe mayor demanda, por lo que serán éstos los que capten a los estudiantes más preparados y ya inmersos en una cultura académica (Canales & De los Ríos, 2007; Saldaña & Barriga, 2010).

Esta nueva realidad hace necesario brindar posibilidades efectivas para que los estudiantes menos preparados permanezcan y completen su formación académica, dado que presentan deficiencias a nivel cultural y académico. Las instituciones, conscientes de los perfiles de ingreso de sus estudiantes, han implementado diversas estrategias para nivelar las condiciones de entrada y, al mismo tiempo, disminuir la probabilidad de deserción (Fry, Ketteridge & Marshall, 2008; Hojas, Anais, Bustos, Letelier & Zuzulich, 2012; Cabrera-Murcia, 2017; Castillo & Venegas, 2017; Aspeé, González & Cavieres-Fernández, 2018; Muñoz & Marín, 2018; Parra & Kustala, 2018). Donoso y Schiefelbein (2007) realizan una extensa revisión de las iniciativas de retención, tanto a nivel internacional como nacional, incorporando además orientaciones generales para una política sobre este tema que fortalezca las iniciativas de retención en las instituciones de educación superior.

De la misma forma, la política pública ha buscado dirigir el sistema hacia mayores niveles de acceso e inclusión, apoyando vía financiamiento diversas iniciativas. Se pueden mencionar, a modo de ejemplo, los siguientes mecanismos que se han ido implementando desde hace más de una década: cupos supernumerarios de acceso y Beca de Excelencia Académica a estudiantes de alto rendimiento relativo de colegios públicos; expansión de ayuda financiera a estudiantes de carreras técnicas; consideración universal del rendimiento relativo al contexto en la admisión universitaria selectiva; impulso a la articulación curricular entre niveles de pregrado por la vía de la continuidad del financiamiento; programa nacional de acceso y acompañamiento para estudiantes de liceos de alta vulnerabilidad, tales como el Programa de Acompañamiento y Acceso Efectivo a la Educación Superior (PACE); financiamiento de centros de desarrollo profesional docente, dirigidos

a mejorar las capacidades pedagógicas de los profesores; financiamiento de centros de apoyo académico e integración social y psicoemocional de estudiantes de primera generación; gratuidad de los estudios para determinados segmentos de la población estudiantil, entre otros. Todo ello configura una política de Estado coherente con la ampliación de oportunidades educativas e incremento de la justicia educacional.

Lo anterior indica que las condiciones de desenvolvimiento de la docencia no son las mismas en todas las instituciones; están determinadas por el perfil de los estudiantes: su origen social y cultural; su proximidad a la cultura académica; el nivel de compromiso; la estabilidad socioemocional; entre otros.

Apoyada en esta idea, la propuesta metodológica de esta investigación busca estimar líneas de base de indicadores del éxito académico de los estudiantes de la educación superior, a partir de sus condiciones de entrada. Esto puede consituirse en un insumo para las políticas, beneficios y/o programas de apoyo, de acuerdo a la realidad del nuevo perfil de ingreso estudiantil.

## **I.2. Marco teórico**

Se plantea una tensión cuando, por un lado, la política pública busca aplicar criterios y estándares nacionales para el aseguramiento de la calidad y, por otro, la realidad genera el imperativo de reconocer la diversidad de proyectos institucionales, perfiles de estudiantes, tipos de carreras y modalidades de dictación, perfiles de ingreso y egreso, configuraciones regionales de la matrícula, entre otros (Alegre & Villar, 2018). La recientemente promulgada Ley de Educación Superior, en efecto, moviliza la función de aseguramiento de la calidad desde un modelo basado en el ajuste a propósitos, hacia uno que reposa en mayor medida en criterios y estándares. Sin embargo, a la vez señala que éstos se establecerán “teniendo en consideración la misión y el respectivo proyecto institucional”. Se define estándar como un “descriptor que expresa el nivel de desempeño o de logro progresivo de un criterio. Dicho nivel será determinado de manera objetiva para cada institución en base a evidencia obtenida en las distintas etapas del proceso de acreditación institucional” (Ley N° 21.091, 2018). La señalada tensión entre necesidades de criterios y estándares que permitan y fa-

ciliten la gobernanza y que, a la vez, recojan la heterogeneidad del sistema, requiere habilitar un enfoque teórico que interprete los cambios acaecidos en la historia reciente de la educación superior.

La expansión de la educación superior es un fenómeno global que remonta sus orígenes a la década del 60 en el siglo pasado. En los últimos 30 años del siglo XX, la matrícula terciaria se cuadruplicó, pero la secundaria creció solo en 180% (Gradstein & Nikitin, 2004). En la primera década del siglo XXI, más estudiantes estaban matriculados en la educación superior que en los diez siglos previos (Goastellec, 2010). En general, la educación superior transita desde un foco en la educación de élites hacia un sistema de masas o incluso de acceso universal con coberturas superiores al 50% (Trow, 2006).

Al mismo tiempo, surgen dos campos de acción y debate que se explican por el mismo fenómeno expansivo: el movimiento del aseguramiento de la calidad y la preocupación por las desigualdades de acceso, permanencia y logro educativo. Ambas dimensiones -calidad y acceso- no constituían campos problemáticos en sistemas de élite, puesto que la primera se daba por descontada a partir de una cultura académica fuerte, con valores y supuestos comunes; y el segundo, por su parte, se consideraba un legítimo privilegio reservado a los sujetos más meritorios (Trow, 2006).

A partir de la masificación y expansión se hace necesaria la definición de criterios y estándares de calidad que permitan gobernar sistemas de educación superior de diversidad y complejidad crecientes; al mismo tiempo, al interior de las instituciones se asiste a procesos de profesionalización de la gestión académica (Scharager, 2017). El fin del financiamiento garantizado del Estado, los crecientes costos de educar, la introducción de mecanismos de mercado para la coordinación general de las instituciones, la creciente necesidad de especialistas y la competencia por recursos (Johnstone, 1998) generan una gradiente de calidad diversa que obliga a la política pública a definir criterios y estándares para asegurar calidad, reconocerla y comunicar a la sociedad los resultados de las instituciones. La información surgida de allí permite justificar la entrega de recursos públicos, morigerar asimetrías de información, proteger a los estudiantes de ofertas cuestionables y, en definitiva, rendir cuentas a la sociedad (Zapata & Tejeda, 2009; Lemaitre, 2015). En el caso de Chile, la existencia de débiles herramientas del

Estado para gobernar el sistema de educación superior hicieron surgir, además, el mecanismo del financiamiento como instrumento de política para intentar la generación de bienes públicos a partir de una gobernanza pública casi completamente desregulada (Fernández, 2015).

Por otra parte, la masificación realza la preocupación por la equidad en el acceso, la permanencia y el logro educativo -retención, progresión, titulación y empleabilidad-. En efecto, en el caso de Chile, la expansión de la matrícula de pregrado desde mediados de la década del 90 del siglo pasado ha estado sostenida básicamente por la ampliación del acceso de los sectores de más bajos ingresos que se convierten en estudiantes de primera generación en la educación superior. Entre 1990 y 2011 el primer quintil de ingreso *per cápita* (de menores ingresos) incrementó su participación en la matrícula 7 veces, el segundo lo hizo en 5 y el tercero en 3,5 veces (Casanova, 2015), situando al país entre aquellos de la región con mejor desempeño en cuanto al acceso de jóvenes de más bajos ingresos, tras Venezuela y Argentina. A la fecha, la educación superior chilena entra en una fase de universalización según los parámetros de Trow (2006), ya que al año 2015 la tasa de asistencia neta a la educación superior es de 37,4% y la tasa de asistencia bruta es de 53,1% (Ministerio Desarrollo Social, 2015).

Lo anterior, ocurre en una plataforma de instituciones caracterizada por una gran heterogeneidad, donde se configuran diferentes espacios, por ejemplo, horizontales, verticales, regionales, de competencia e interacción en un cuasi mercado educativo crecientemente complejo (Brunner, 2015).

La masificación bajo el eje de coordinación del mercado genera oportunidades desiguales. Se verifica el efecto denominado MMI o Desigualdad Mantenido al Máximo (Raftery & Hout, 1993), lo que implica que el acceso de estudiantes de origen medio y medio bajo se amplía solo cuando los estudiantes de altos ingresos saturan el nivel. Pero, por sobre todo, se da que dicha democratización en el acceso se vincula a ofertas educativas de segundo orden, reservándose la educación superior selectiva y de mayor valor para las élites, en lo que se conoce como efecto EMI o Desigualdad Efectivamente Mantenido (Lucas, 2001). El mercado educativo genera una gradiente de calidad, que va desde la venta de servicios educacionales en instituciones que apuestan a la maximización de beneficios por vía del volumen, hasta

aquellas que, situadas en la cúspide, buscan más bien la maximización del prestigio atrayendo a los mejores estudiantes y académicos (Marginson, 2004; Brunner, 2015). Dicha situación tiende a generar un juego de suma cero, con una estructura de gradiente que tiende a la estabilidad y que se alinea con la jerarquía social, naturalizando las ventajas sociales previas que se reproducen al interior de las instituciones (Marginson, 2004). Así, la ampliación de las oportunidades educacionales no implica, necesariamente, la democratización, sino más bien exacerba las estratificaciones por calidad y el acceso diferenciado (Brunner & Uribe, 2007).

La expansión de la matrícula, que cruza el umbral de la universalización, en un contexto de intensa diversificación de la oferta acicateada por la coordinación del mercado, se da bajo una serie de problemas que van desde los temas macro de la gobernanza del sistema, su financiamiento y el aseguramiento de la calidad, hasta la modificación de la estructura de títulos y grados, duración de las carreras, reforma de la enseñanza, sistemas de admisión, créditos transferibles, entre otros (Brunner, 2015).

Desde luego, este desarrollo de la educación superior chilena no está aislado del devenir de la educación en general. Chile posee uno de los sistemas educativos más privatizados y desiguales del mundo (Bellei, 2015). Múltiples procesos de clasificación se concretan a lo largo de la trayectoria educativa de las personas; por lo tanto, la desigualdad en la educación superior en acceso, permanencia y logro no puede mostrarse aisladamente de todo el proceso educativo previo (Casanova, 2015). La segmentación económica del sistema escolar chileno es un proceso que se ha venido acentuando desde la década de 1990, en general, despoblando al sector público en favor de otros tipos de colegio, generando una especialización de cada sector en un determinado perfil social y cultural de alumnos (García-Huidobro & Bellei, 2003). La capacidad de pago privado de la educación y la satisfacción de los criterios de selección de los colegios, es lo que determinará la posibilidad de excluirse de la educación pública, que de esa forma deviene en un gueto reservado para aquellos que, proviniendo de entornos familiares poco favorecidos, no pueden acceder a una educación que los independice de dicha realidad (Carrasco, 2014). Por su parte, las escuelas privadas con y sin subsidio estatal, buscan atraer al alumnado de mayor capital cultural posible, apuntando a determinado público

objetivo que les asegure mayores rendimientos en las pruebas estandarizadas que señalarán su prestigio institucional (Bellei, 2015). El diseño del sistema educacional chileno, por tanto, instala incentivos en las familias y en los colegios para la maximización de la segregación y la producción de rendimientos diferenciados, vulnerando un principio que define la justicia educacional en las sociedades contemporáneas: el sistema educativo debería orientarse a lograr que las condiciones de origen sociocultural sean lo más irrelevantes posible en el logro educacional de los individuos (Brighouse, 2004)<sup>1</sup>.

Considerando lo señalado hasta aquí, afirmamos que, por un lado, la tensión entre el establecimiento de criterios y estándares que reclama la gobernanza pública de la educación superior y, por otro, la necesaria consideración de la heterogeneidad de la misma, no puede hacerse de espaldas al problema de justicia educacional que cruza todo el sistema educativo formal chileno. En ese orden de ideas, el establecimiento de estándares de eficiencia educativa, como la retención, titulación efectiva y titulación oportuna, debe hacerse -como parece reconocerlo el legislador en la Ley N° 21.091- de manera objetiva y para cada institución en base a evidencia. Y, considerando la modalidad en que se ha desarrollado la masificación de la educación superior chilena y el contexto general de desigualdades, dichos estándares diferenciados deben discernirse en base al perfil predominante de los estudiantes según las instituciones.

Un sistema de aseguramiento de la calidad es parte de una sociedad que ha pasado por varias décadas de un experimento único en el mundo, que ha tenido por resultado fuertes desigualdades educacionales (Bellei, 2015; PNUD, 2017) y no puede, en justicia y desde esa situación, reclamar un estatuto de autonomía trascendental a esta realidad.

---

<sup>1</sup> Recientemente, se han aprobado leyes que prohíben el copago y la selección en el sistema escolar. Sus resultados están por verse. Por el momento, y durante un buen tiempo más, la educación superior seguirá inserta en un sistema educativo fuertemente desigual.

Por lo tanto, el enfoque que se propone en este estudio es de carácter normativo: dado que en la educación superior se expresan las profundas desigualdades de la sociedad chilena y de su sistema educativo en particular, el establecimiento de criterios y estándares de eficiencia educativa en el marco de la función de aseguramiento de la calidad debe partir por considerar este hecho y, en consecuencia, atender de manera explícita al perfil de ingreso real predominante en cada institución de educación superior.

Es necesario entonces, en primer lugar, precisar la manera en que esta investigación definió el perfil de ingreso de los estudiantes que acceden a la educación superior. En vista de esto, la revisión de la literatura presentada a continuación tiene por objeto identificar y seleccionar aquellas variables que permitan caracterizar al estudiante y, por ende, definir su perfil de ingreso. Estas variables comúnmente son utilizadas en diversos modelos para explicar la deserción estudiantil y el tiempo medio de titulación universitaria.

En relación a los modelos de deserción estudiantil, es posible encontrar en la literatura la siguiente clasificación, que ha sido sistematizada por Himmel (2002), Donoso y Schiefelbein (2007), Díaz (2008, 2009), Henríquez y Escobar (2016):

- **Modelo psicológico:** estos modelos afirman que las características personales de un estudiante determinan su decisión de abandonar los estudios, siendo la investigación de Fishbein y Ajzen (1975) una de las pioneras en este campo. El estudio de Attinasi (1986) incorpora la idea que la decisión de desertar por parte de un estudiante también está influenciada por la percepción y el análisis que haga de su vida universitaria posterior a su ingreso. Ethington (1990) incluye características como la perseverancia, la elección y el desempeño, donde el rendimiento académico previo de un estudiante influye en su desempeño académico futuro, a partir de su autoconcepto y la percepción de sus deficiencias académicas y sus expectativas hacia el logro de sus metas.
- **Modelos sociológicos:** estos modelos nacen con Durkheim (2000), quien propone la teoría del suicidio, que establece que la deserción es el resultado de la ruptura del estudiante con el ambiente social, debido a su falta de integración. El modelo

propuesto por Spady (1970) añade que el medio familiar del estudiante influye en el potencial académico y concluye que la integración académica, el estado socioeconómico, el género, la calidad de la carrera y el promedio de notas en cada semestre son predictores de la deserción estudiantil en *college's* norteamericanos.

- Modelos económicos: existen dos enfoques que explican la deserción. El primero, según la relación costo/beneficio que consiste en que cuando los beneficios sociales y económicos asociados a los estudiantes son percibidos como mayores que los derivados de actividades alternas, el estudiante decide permanecer en la universidad. El segundo, corresponde a la focalización de subsidio, que consiste en la entrega de éstos para evitar la deserción.
- Modelo organizacional: sostiene que la deserción depende de las características de la institución y los servicios que ofrece a los estudiantes dentro de la integración social. Es altamente relevante la calidad de la docencia y la experiencia de aprender en forma activa por parte de los estudiantes en las aulas. Las investigaciones que proponen este modelo son los de Braxton, Sullivan y Johnson (1997), Berger y Milem (2000), Berger (2001) y Kuh (2002).
- Modelos de interacción: el modelo de Tinto (1975) plantea que el proceso de permanencia en la educación superior depende del grado de ajuste entre el estudiante y la institución, adquirido a partir de experiencias académicas y sociales (integración). Esta integración depende de las experiencias durante los estudios en la universidad, las experiencias previas al inicio de los estudios y las características individuales del estudiante. Posteriores investigaciones de Tinto (1982, 1988, 1989 y 1997) dan cuenta que, a medida que el alumno transita por la educación superior, diversas variables contribuyen a reforzar su adaptación a la institución que seleccionó. Estas características van desde antecedentes familiares (nivel socioeconómico, nivel cultural, valores), atributos personales y experiencia académica preuniversitaria.

A partir de estos modelos surgieron enfoques más integradores, que son revisados en extenso por Himmel (2002) y Donoso y Schiefelbein (2007). En base a estos modelos se han desarrollado diversas metodologías con el fin de entender la multicausalidad de la deserción universitaria. Por ejemplo, la investigación de Casanova (2007) identificó cinco dimensiones de variables para explicar la deserción: capacidad académica, solvencia económica, compromiso vocacional, compromiso institucional y el grado de integración social. Por su parte, Díaz (2008) propone un modelo conceptual para explicar la deserción universitaria a través de la motivación del estudiante. La motivación es afectada por dos dimensiones: integración académica e integración social. La primera está asociada a características preuniversitarias y características institucionales; la segunda se relaciona con expectativas laborales, características familiares e individuales.

Díaz (2009) utiliza 30 variables agrupadas en cuatro categorías: individual, académicas, socioeconómicas e institucionales. Dentro de la categoría individual, se incluyen el género, estado civil, cantidad de personas que viven con el estudiante, cercanía de la universidad, región de origen, edad de egreso desde la enseñanza media y edad de ingreso a la universidad. La dimensión académica puede dividirse en tres subcategorías: variables que describen el rendimiento académico dentro de la institución, variables que describen la situación previa al ingreso a la educación superior -año de egreso de la enseñanza media, promedio en la Prueba de Selección Universitaria (PSU), promedio notas de enseñanza media, preferencia de postulación a la carrera- y variables que incluyen información relacionada al establecimiento educacional secundario -rama educacional y grupo de dependencia financiera del establecimiento-. El grupo de variables socioeconómicas caracteriza la situación laboral del estudiante y la escolaridad de los padres. Finalmente, la categoría institucional da cuenta del tipo de financiamiento con que cuenta el estudiante para completar sus estudios.

Adaptando el modelo de Tinto (1975, 1982, 1988) a la realidad de la institución estudiada, Saldaña y Barriga (2010) agrupan las variables de estudio en cuatro grupos. El primero es la caracterización socioeconómica y demográfica; el segundo, escolaridad previa a la universidad; el tercero, compromiso con la carrera y la institución; y el cuarto, integración universitaria.

Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016) explica la deserción a través de cuatro dimensiones:

- Habilidad individual: notas de enseñanza media, *ranking* de notas y puntaje PSU.
- Calidad del establecimiento de origen: puntajes PSU del establecimiento, tipo de colegio, grado de vulnerabilidad del colegio, dependencia del colegio, entre otras características.
- Dimensión socioeconómica y demográfica: nivel de ingreso familiar, nivel educacional de los padres, ayudas estudiantiles, género del estudiante y región de origen del estudiante.
- Características de la universidad: tipo de universidad (según selectividad, años de acreditación) y características de la carrera. Dentro de este grupo también se incluyen características del mercado laboral.

Las variables utilizadas por Miranda y Guzmán (2017) para entender la deserción de los estudiantes universitarios difieren de las utilizadas por Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016). Los autores se enfocan más en las variables relacionadas a los beneficios estudiantiles y en aspectos previos al ingreso de la institución tales como año de egreso del estudiante de la enseñanza media, promedio ponderado PSU, preferencia de postulación del estudiante, nota promedio de enseñanza media (NEM), puntaje PSU según NEM.

Por otro lado, Carvajal, González y Sarzoza (2018) definen tres niveles de variables que permiten explicar la deserción. Entre las variables de primer orden se encuentran: orden de lista (OL) (posición que ocupa al estudiante en su registro de ingreso a su carrera), estado civil (EC), educación del padre (EP) y rendimiento académico (RA). Los autores señalan que las dos primeras variables tienen un efecto positivo sobre la probabilidad de deserción, es decir, aumentos unitarios en dichas variables incrementan la probabilidad de deserción, caso contrario ocurre con las últimas dos variables, aumentos unitarios en sus valores disminuyen la probabilidad de deserción.

Entre las variables de segundo orden se encuentran: PSU, que influye tanto en la variable orden de lista (OL) como en el rendimiento académico (RA). En la variable orden de lista, PSU tiene un efecto negativo, es decir, incrementos en el puntaje PSU implica disminución en

el valor de orden de lista, mientras que en asignaturas aprobadas tiene un efecto positivo. La segunda variable que influye en las asignaturas aprobadas es año de egreso, la que presenta un efecto negativo. Por su parte, la variable estado civil (EC) es explicada mediante las variables que dan cuenta con quien vive el estudiante, si trabaja y el ingreso bruto familiar. Finalmente, la educación del padre (EP) está relacionada a las variables de segundo orden, educación de la madre y con quien vive el estudiante.

El tercer nivel de variables explica solo dos del segundo nivel. Se incluye en este grupo a la variable NEM, que se relaciona positivamente con la variable de segundo nivel PSU y la variable género, relacionada de manera negativa con la variable ingreso bruto familiar.

La investigación de Ramírez y Grandón (2018) utiliza variables demográficas del estudiante -edad y género-, antecedentes de su ingreso a la universidad -puntaje PSU y puntaje asociado a las NEM-, variables socioeconómicas -nivel de ingreso familiar y tipo de colegio de enseñanza media- y datos de rendimiento académico -años de avance, promedio de notas y desviación estándar de notas-. Por su parte, Gallegos, Campos, Canales y González (2018) incorporan la región de procedencia a la dimensión demográfica del estudiante. En cuanto a la dimensión socioeconómica, consideran las variables quintil de ingreso, financiamiento de los estudios, escolaridad de los padres. Los autores también incorporan la dimensión vocacional para pronosticar la deserción al primer, segundo o tercer año.

En relación a la sobreduración de las carreras, es posible citar la investigación de Carvajal, González y Tassara (2018). En ella, la sobreduración de las carreras se expresa como consecuencia de la interacción de cuatro dimensiones: personal, académico inicial, académico final y docencia. A su vez, cada dimensión está explicada por variables que interactúan en distintos niveles. En particular, la dimensión personal incorpora las variables que están relacionadas a la condición socioeconómica del estudiante previo a su ingreso a la educación superior, además de incorporar el género, año de egreso de enseñanza media y la región de procedencia.

La revisión de la literatura evidencia una serie de factores comúnmente utilizados para explicar las causas de la deserción estudiantil a nivel universitario. Dentro de este grupo se pueden señalar variables que caracterizan la situación previa al ingreso a la educación superior (dimensión socioeconómica, rendimiento escolar y puntajes PSU), las que dan cuenta del rendimiento académico dentro de la universidad y variables que reflejan la motivación del estudiante y factores que influyen en ella.

Esta investigación descansa en el hecho que la modalidad en que se ha desarrollado la masificación de la educación superior chilena y el contexto general de desigualdades, determina que los indicadores de referencia para propósitos de aseguramiento de la calidad deben discernirse en base al perfil socioeconómico predominante de los estudiantes según instituciones, a partir de un criterio normativo de justicia educacional.

En consecuencia, dado que el alcance de esta investigación es caracterizar al estudiante previo a su ingreso a la universidad y no busca ser una herramienta que entregue información sobre su progresión académica, no es pertinente incorporar variables que den cuenta del rendimiento académico o de alguna dimensión relacionada a ese aspecto.

En resumen, esta investigación definirá el perfil de ingreso de los estudiantes a la educación superior a través de variables que caractericen su situación previa al ingreso. En la Tabla 1 se ilustran las variables que son mayormente reportadas en la literatura y que pertenecen a este grupo.

**Tabla 1**  
***VARIABLES UTILIZADAS EN LA LITERATURA PARA CARACTERIZAR LAS CONDICIONES DE ENTRADA DE LOS ESTUDIANTES***

Variable	Referencia
Cobertura de salud	Casanova (2007), Saldaña y Barriga (2010).
Dependencia administrativa del colegio	Carvajal et al. (2018), Díaz (2008), Díaz (2009), Gallegos et al. (2018), Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016), Ramírez y Grandón (2018), Saldaña y Barriga (2010).
Escolaridad de los padres	Carvajal et al. (2018b), Carvajal et al. (2018), Casanova (2007), Díaz (2008), Díaz (2009), Gallegos et al. (2018), Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016).
Género	Carvajal et al. (2018b), Carvajal et al. (2018), Casanova (2007), Díaz (2008), Díaz (2009), Gallegos et al., (2018), Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016), Ramírez y Grandón (2018), Saldaña y Barriga (2010).
Ingreso bruto familiar	Carvajal et al. (2018b), Carvajal et al. (2018), Díaz (2008), Díaz, (2009), Saldaña y Barriga (2010).
Notas enseñanza media	Carvajal et al. (2018b), Casanova (2007), Díaz (2008), Díaz (2009), Gallegos et al. (2018), Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016), Miranda y Guzmán (2017), Ramírez y Grandón (2018) Saldaña y Barriga (2010).
Puntaje PSU	Carvajal et al. (2018b), Casanova (2007), Díaz (2008), Díaz (2009), Gallegos et al. (2018), Larroucau de Magalhaes-Calvet (2016), Miranda y Guzmán (2017), Ramírez y Grandón (2018), Saldaña y Barriga (2010).
Situación ocupacional padres	Casanova (2007), Díaz (2008).

Fuente: Elaboración propia.

A nivel práctico, los datos para construir el perfil socioeconómico y de rendimiento académico previo predominante de los estudiantes al momento del ingreso se pueden extraer de los registros administrativos que proporciona el Departamento de Evaluación, Medición y Registro Educativo (DEMRE) a las universidades participantes del SUA. Estos registros tienen ventajas y también limitaciones. Entre las ventajas está que todas las universidades participantes de este sistema disponen de los mismos datos organizados de idéntica manera. También, en general, se presentan para una gran mayoría de los estudiantes y con continuidad estructural año a año. La principal limitación es que son datos que surgen de un formulario autoadministrado por los postulantes, al momento de inscribirse para el proceso de admisión respectivo; por lo tanto, en estricto rigor, no son datos certificados. Sin embargo, cabe señalar que son habitualmente usados en investigaciones que requieren la caracterización social de estudiantes (Casanova, 2015; Barrios, 2018). Casanova (2015) validó estadísticamente un índice construido a partir de datos de estos registros respecto a los puntajes de la Ficha de Protección Social, que fue un instrumento de caracterización social usado por el Estado, rechazando la hipótesis de independencia de ambas métricas. Lo anterior significa que los registros entregados por DEMRE permiten determinar el perfil de ingreso medio o predominante en una carrera e institución en particular.

Es importante destacar que esta investigación se acota al perfil socioeconómico y de rendimiento académico previo predominante de los estudiantes y a la influencia del mismo en el logro educacional. Bajo ningún punto de vista esto implica que se desconoce la relevancia de otros aspectos motivacionales, psicosociales o el nivel de integración y adaptación del estudiante a la educación terciaria que influyen en el estudiante y que afectan a los indicadores de deserción y tiempo de titulación (Canales & De los Ríos, 2007; Díaz, 2008; Saldaña & Barriga, 2010; Ayala, Castro, Fernández, Gallardo, Jouannet & Moreno, 2013; Gallardo, Lorca, Morrás & Vergara, 2014). En vista que la obtención de la información es a partir de los registros que proporciona DEMRE a las universidades participantes del SUA, y éste no cuenta con información que permita caracterizar de alguna manera tales dimensiones, en esta investigación no se incluyen.

No obstante, el hecho que los registros facilitados por DEMRE no incluyan información que permita caracterizar los aspectos señalados, no es un factor limitante para que dichas dimensiones se incorporen a futuro en esta propuesta metodológica. En efecto, un primer paso para la agregación de esta información es uniformar su obtención para que todas las universidades dispongan de los mismos datos organizados de idéntica manera. A pesar de las investigaciones que dan cuenta de iniciativas realizadas en universidades con el fin de facilitar la transición desde la educación secundaria a la educación superior (Ayala et al., 2013; Gallardo et al., 2014), las que de alguna manera incluyen factores motivacionales y psicosociales, estos esfuerzos no son sistemáticos ni homogéneos a nivel nacional (Ayala et al., 2013).

Finalmente, la selección de variables se realizó a partir de la coherencia entre disponibilidad y dimensiones establecidas del modelo según la revisión de la literatura de este capítulo (Tabla 1). Se seleccionaron las variables (Tabla 2) que tienen algún grado de relación con las variables dependientes -Deserción ( $Z_1$ ) y Tiempo de Titulación ( $Z_2$ )-.

**Tabla 2**  
**Definición de variables de estudio**

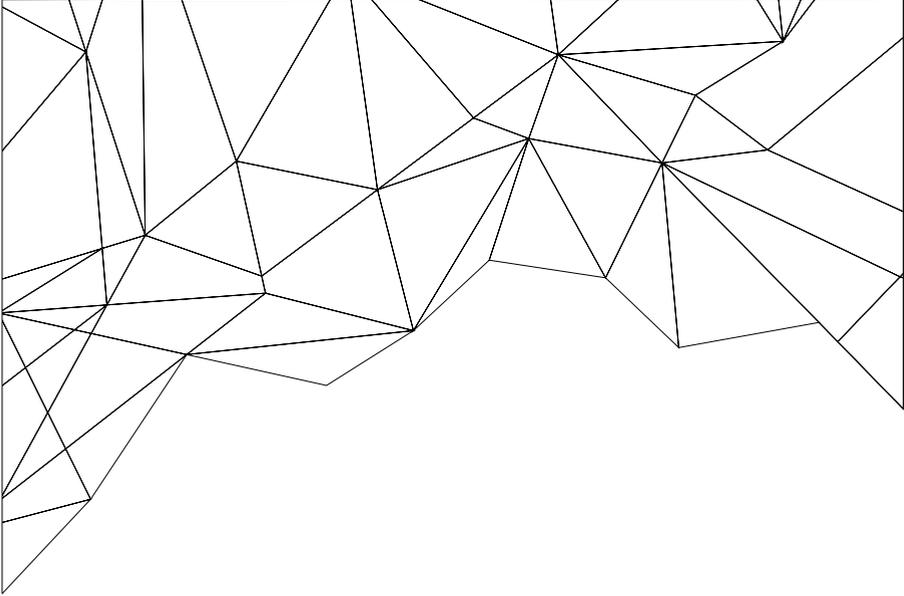
Variable	Valores
$X_1$ = Colegio	1 = Municipal. 2 = Subvencionado. 3 = Particular.
$X_2$ = Género	1 = Masculino. 2 = Femenino.
$X_3$ = Ingreso bruto familiar	Rango de valores de 1 a 12, de acuerdo a clasificación.
$X_4$ = Educación padre	Rango de valores de 0,2 a 8,2, según tipo de estudios.
$X_5$ = Educación madre	Rango de valores de 0,2 a 8,2, según tipo de estudios.
$X_6$ = Trabajo padre	1 = Activo. 2 = Trabajo ocasional. 3 = Otro.
$X_7$ = Trabajo madre	1 = Activo. 2 = Trabajo ocasional. 3 = Otro.
$X_8$ = PSU matemática	Rango de valores de 150 a 850.

Fuente: Elaboración propia.

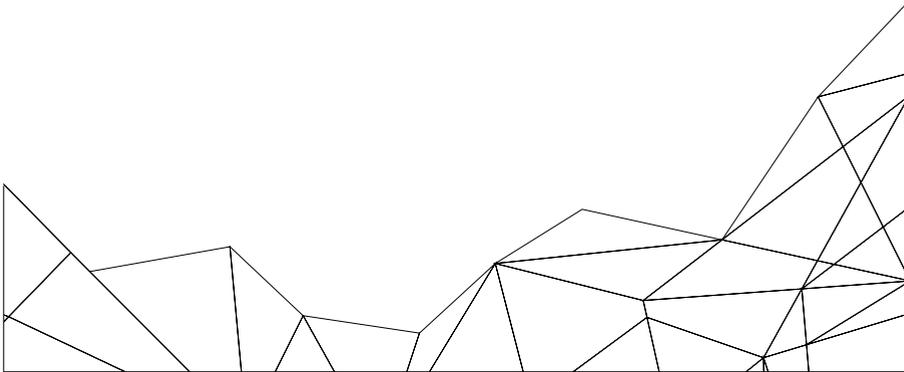
En relación a las variables dependientes, se puede señalar que la mayoría de las investigaciones citadas en este estudio, se enfocan en la deserción estudiantil universitaria, tanto en sus factores como en la propuesta de modelos predictivos (Reyes, Escobar, Duarte & Ramírez, 2007; Díaz, 2009; Miranda & Guzmán, 2017; Ramírez & Grandón, 2018). Muy escasamente, se han estudiado y analizado la temporalidad en la titulación universitaria y tasas de graduación en el sistema de educación superior (Carvajal et al., 2018). Información que es relevante si se piensa en procesos de acreditación y en una política de gratuidad que sea acorde a la realidad de la educación superior chilena.

Además, dichas investigaciones se enfocan en analizar una única variable dependiente a partir de un conjunto de variables independientes, utilizando diversas metodologías, tales como: regresión de riesgos proporcionales de Cox (Díaz, 2009; Vergara, Boj Del Val, Barriga & Díaz, 2017), minería de datos (Miranda & Guzmán, 2017; Ramírez & Grandón, 2018), regresión logística (Carvajal et al., 2018b; Saldaña & Barriga, 2010), entre otras.

La metodología utilizada en esta investigación busca relacionar dos conjuntos de variables de manera simultánea, con el fin de encontrar relaciones subyacentes entre ambos bloques de variables. Una de las ventajas de esta propuesta metodológica es que, a partir de una única variable intermedia obtenida a partir de las variables señaladas en la Tabla 2, es posible estimar de manera simultánea un conjunto de variables dependientes.



**CAPÍTULO II**  
**MARCO METODOLÓGICO**





En este capítulo se presentan los objetivos de investigación, la relevancia del estudio proporcionando los antecedentes que llevaron a definirlo, y la metodología de base utilizada.

## **II.1. Objetivos de investigación**

### **II.1.1. Objetivo general**

Proponer una metodología para construir un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica que permita clasificar a los estudiantes que ingresan a la educación superior de acuerdo a su vulnerabilidad académica, en función de una serie de variables del perfil de ingreso.

### **II.1.2. Objetivos específicos**

- Identificar las variables del perfil de ingreso de los estudiantes a la educación superior que pueden ser predictivas del éxito académico y seleccionar un subconjunto de ellas.
- Desarrollar metodologías para construir un Polinomio de Vulnerabilidad Académica que permita obtener un Indicador de Vulnerabilidad Académica, a partir de un conjunto de variables de perfil de ingreso, el cual se correlacione con diversas variables de rendimiento académico -tasa de deserción, tiempo medio de titulación-.
- Realizar un análisis crítico y comparativo de las metodologías desarrolladas que permita seleccionar y proponer la más adecuada.
- Ejemplificar el uso de esta herramienta para la generación de insumos útiles, tanto para los procesos de acreditación como para la generación de políticas públicas.

## II.2. Relevancia de la investigación

Para evaluar la calidad de los procesos formativos de las instituciones de educación superior es importante tener en cuenta indicadores de rendimiento académico de sus estudiantes, tales como tasas de deserción, titulación efectiva, titulación oportuna y tiempo medio de titulación. Sin embargo, no se dispone de instrumentos que permitan una comparación relativa de los resultados de dichos procesos formativos que tomen en cuenta la diversidad de condiciones de ingreso -perfil de ingreso- de los estudiantes que reciben las instituciones.

No parece pertinente comparar carreras de distintas áreas del conocimiento. Tampoco son directamente comparables los indicadores de rendimiento académico para una misma carrera en diversas universidades, sobre todo si éstas presentan diferencias notorias en el perfil de ingreso de los estudiantes que reciben. La tasa de deserción de alumnos de bajo riesgo de deserción -provenientes de los quintiles socioeconómicos más altos, colegios privados, padres profesionales- no puede compararse con la tasa de deserción de estudiantes de alto riesgo. Por ejemplo, una tasa de deserción del 20% con estudiantes del primer grupo podría ser considerado un fracaso, mientras una tasa del 40% con alumnos de alto riesgo podría considerarse un logro, dada la alta tasa de deserción y baja tasa de titulación oportuna de este grupo de estudiantes a nivel nacional.

Sin embargo, los sistemas actuales para la generación de políticas públicas y para el aseguramiento de la calidad de la educación superior no disponen de una métrica que les permita identificar objetivamente a los grupos de mayor riesgo o clasificar a los estudiantes en base a algún indicador de riesgo, en función de sus características -socioeconómicas y académicas- al momento de ingresar a la universidad. Dicha información permitiría, por ejemplo, evaluar los principales indicadores de formación académica de un programa de estudios, a la luz de la composición -en términos de riesgo- de los estudiantes que recibe.

El no disponer de la información antes mencionada, podría explicar la experiencia vivida por la carrera de Ingeniería Civil Informática de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), la cual, a pesar de una excelente gestión, reconocida por los pares evaluadores, solo se acreditó en primera instancia por 3 años.

Internamente, los autores saben que los mecanismos de gestión y calidad de los procesos académicos de esa carrera son incluso superiores a los de Ingeniería Civil e Ingeniería Civil Industrial, ambas carreras acreditadas por 6 años. La principal diferencia es que la carrera de Ingeniería Civil Informática recibe en mayor proporción estudiantes más vulnerables académicamente que las otras dos carreras mencionadas. Esto, sin duda, repercute en bajos indicadores de rendimiento académico en tasa de retención y de titulación oportuna; pero los pares evaluadores no disponen de herramientas objetivas para evaluar dichos indicadores a la luz del perfil de los estudiantes que recibe la carrera. Sin embargo, esta carrera juega un rol muy importante en la movilidad social de sus egresados, dado que, a pesar de su larga permanencia en la carrera, logran insertarse exitosamente en el mundo laboral, dada la calidad de su plan de estudios y su perfil de egreso.

Por otro lado, la clasificación de los grupos de vulnerabilidad académica sería un insumo muy importante para revisar, por ejemplo, la política de gratuidad de la educación superior, particularmente en relación a la duración del beneficio. Permitiría tener una visión objetiva de cuál sería la duración esperada de una carrera para estudiantes provenientes de los grupos más desfavorecidos, a los cuales la misma política le da acceso a la universidad, pero no dimensiona adecuadamente el efecto de eliminar dicho beneficio si el estudiante se atrasa.

### **II.3. Metodología y trabajo de campo**

Esta sección se divide en 4 subsecciones. En la primera parte, se describe la manera en que se obtiene la muestra de estudiantes con que se trabajó. En la subsección 2, se construyeron los modelos de regresión lineal para las variables deserción y tiempo de titulación, cuyos coeficientes de determinación ( $R^2$ ) serán la base de comparación para los modelos propuestos en el Capítulo III. Las dos últimas secciones presentan una introducción a las técnicas de correlaciones canónicas y de ecuaciones estructurales sobre las cuales se sustentan los modelos propuestos en este estudio.

### **II.3.1. Selección de la muestra**

Con el fin de facilitar la comprensión de los modelos propuestos en este estudio, se acompañará cada propuesta con un ejemplo numérico.

Para aplicar los modelos se utilizó como ejemplo las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Civil Informática en la UCSC. De un total de 1.262 estudiantes que ingresaron entre los años 2005 y 2010 se seleccionaron 271 -de los cuales 95 se titularon, mientras los 176 restantes desertaron de la universidad por diversos motivos-.

Si bien los datos de estos estudiantes son los originales, la muestra no es aleatoria con el fin de ejemplificar fácilmente las técnicas propuestas en este estudio. No fue posible trabajar con los 1.262 datos, ni con una muestra aleatoria de ellos dado que, al ser todos de la misma universidad, existe bastante homogeneidad. No es una población que sea lo suficientemente heterogénea para representar lo que ocurre a nivel nacional. Por ejemplo, la presencia de estudiantes provenientes de colegios particulares es muy baja; por lo cual había que asegurar que dichos estudiantes estuvieran en la muestra; de la misma manera se tuvo que asegurar la presencia de otros grupos minoritarios, para lograr cierta heterogeneidad de la muestra.

Los resultados obtenidos son utilizados también para ejemplificar cómo evaluar la calidad de las diversas propuestas y como compararlas entre ellas. Sin embargo, dado que la muestra utilizada no es una muestra representativa de la población, las conclusiones obtenidas solo son a modo de ejemplo y no tienen validez estadística. En resumen, el tamaño de la muestra es de 271 estudiantes para el estudio de la deserción ( $Z_1$ ) y de 95 para el estudio del tiempo de titulación ( $Z_2$ ).

### **II.3.2. Construcción de un modelo de regresión lineal múltiple para cada variable bajo estudio: deserción y tiempo de titulación**

En primera instancia se concibió e implementó un modelo de regresión lineal múltiple de primer orden para cada una de las variables de interés, declarando como independientes las 8 indicadas en la Tabla 2.

Las ecuaciones (1) y (2) presentan los modelos de regresión múltiple para ambas variables de interés:

$$Z_1 = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_8 X_8 + \varepsilon \quad (1)$$

$$Z_2 = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_8 X_8 + \delta \quad (2)$$

Donde  $X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{8i}$ , son los valores observados en cada variable para el  $i$ -ésimo individuo.

El estimador (deserción) de  $Z_{1i}$  (denotado  $\widehat{Z}_{1i}$ ) se obtiene a partir de la ecuación (3) para el individuo  $i$ :

$$\widehat{Z}_{1i} = \alpha_0 + \alpha_1 X_{1i} + \alpha_2 X_{2i} + \dots + \alpha_8 X_{8i} \quad (3)$$

El estimador (tiempo de titulación) de  $Z_{2i}$  (denotado  $\widehat{Z}_{2i}$ ) se obtiene a partir de la ecuación (4) para el individuo  $i$ :

$$\widehat{Z}_{2i} = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_8 X_{8i} \quad (4)$$

Para cada uno de los modelos se calcula el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) entre la variable bajo estudio y su estimador. Se denota por  $R^2_{M1}$  y  $R^2_{M2}$  a los coeficientes de determinación obtenidos por regresión múltiple para las variables deserción ( $Z_1$ ) y tiempo de titulación ( $Z_2$ ), respectivamente.

Estos modelos se implementaron en R-project obteniendo los siguientes resultados:

$$\widehat{Z}_{1i} = 0,33 - 0,03X_{1i} + 0,24X_{2i} - 0,02X_{3i} - 0,03X_{4i} - 0,03X_{5i} + 0,19X_{6i} + 0,25X_{7i} - 0,001X_{8i}$$

$$\widehat{Z}_{2i} = 16,65 - 0,82X_{1i} + 0,97X_{2i} - 0,23X_{3i} + 0,23X_{4i} + 0,01X_{5i} - 0,08X_{6i} + 1,08X_{7i} - 0,002X_{8i}$$

De los resultados, en esta muestra de estudiantes, se pueden obtener algunas conclusiones, tales como:

- Tanto la deserción como el tiempo de titulación se correlacionan positivamente con las variables:  $X_2$  (género),  $X_7$  (trabajo de la madre). A partir de esto se interpreta que es menor la deserción y menor el tiempo de titulación de los estudiantes de género masculino cuya madre se encuentra en una situación de trabajo activo.
- Tanto la deserción como el tiempo de titulación se correlacionan negativamente con las variables:  $X_1$  (colegio),  $X_3$  (ingreso bruto familiar) y  $X_8$  (PSU matemáticas). Esto indica que es menor la deserción y menor el tiempo de titulación de los estudian-

tes provenientes de un colegio particular con ingreso familiar alto y con mayor puntaje en la PSU de matemáticas.

Estos primeros resultados son consistentes con lo expuesto en la literatura. En relación a la variable género, la literatura señala que, comúnmente, el género femenino presenta una tasa de deserción menor que el género masculino (Díaz, 2009; Saldaña & Barriga, 2010; Carvajal et al., 2018). Sin embargo, la investigación de Saldaña y Barriga (2010) da cuenta que este resultado para las carreras de ingeniería de la UCSC es distinto. En consecuencia, la correlación obtenida entre la variable género ( $X_2$ ) con las variables deserción y tiempo de titulación es coherente, dado que la muestra de observaciones corresponde a estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UCSC.

Los coeficientes de determinación para los modelos propuestos son:  $R^2_{MI}=0,65$  -para la deserción- y  $R^2_{M2}=0,40$  -para el tiempo de titulación-. Estos índices de determinación son moderados, indicando que las variables socioeconómicas y académicas de entrada explican, en buena parte, las variables bajo estudio.

Estos modelos son los que maximizan los coeficientes de determinación -y minimizan las sumas de los errores al cuadrado-. Por lo tanto, no existe ningún modelo lineal que logre explicar mejor las variables bajo estudio.

### II.3.3. Análisis de correlación canónica (ACC)

En términos simples, el Análisis de Correlación Canónica (ACC) consiste en la partición de una colección de variables en dos conjuntos, que denominaremos X y Z. El objetivo es encontrar combinaciones lineales del tipo ecuación (5) y (6):

$$X_C = \gamma' X \quad (5)$$

$$Z_C = \phi' Z \quad (6)$$

De tal manera que  $X_C$  y  $Z_C$  tengan correlación máxima, donde  $X_C$  es el vector que se obtiene de la combinación lineal de las variables independientes X y  $Z_C$  es el vector que se obtiene de la combinación lineal de las variables dependientes Z.

En esta investigación interesa determinar si el perfil de ingreso ( $X_C$ ) tiene un efecto en el éxito académico ( $Z_C$ ). Donde el vector  $X$  contiene las variables: ingreso bruto familiar, tipo de colegio, padre y/o madre con trabajo, PSU matemáticas, entre otras (Tabla 2). El vector  $Z$  contiene las variables de éxito académico: deserción y tiempo de titulación.

Sean la ecuación (7) y (8) ecuaciones canónicas del tipo:

$$X_C = \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + \gamma_4 X_4 + \gamma_5 X_5 + \gamma_6 X_6 + \gamma_7 X_7 + \gamma_8 X_8 \quad (7)$$

$$Z_C = \varphi_1 z_1 + \varphi_2 z_2 \quad (8)$$

El objetivo es estimar los ponderadores  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8, \varphi_1, \varphi_2$  de tal manera de maximizar la correlación  $C = \text{Cor}(Z_C, X_C)$ .  $C$  recibe el nombre de correlación canónica. Se define  $\rho$  como el valor de la correlación canónica.  $X_C$  y  $Z_C$  se denominan variables canónicas.

En general, sean:

$COV_{XX}$  = La matriz de varianzas y covarianzas de  $X$

$COV_{ZZ}$  = La matriz de varianzas y covarianzas de  $Z$

$COV_{XZ}$  = La matriz de covarianzas entre  $X$  y  $Z$

$$\text{Maximizar } C = \gamma' COV_{XZ} \varphi \quad (9)$$

s.a

$$\gamma' COV_{XX} \gamma = 1 \quad (10)$$

$$\varphi' COV_{ZZ} \varphi = 1 \quad (11)$$

Este problema con restricciones se puede resolver usando el método de los multiplicadores de Lagrange. Sean  $\lambda$  y  $\mu$  los multiplicadores de Lagrange asociados a las ecuaciones (10) y (11), respectivamente.

La función objetivo ecuación (9) puede expresarse como se muestra en la ecuación (12):

$$C = (\gamma' COV_{XZ} \varphi)^2 - \lambda (\gamma' COV_{XX} \gamma - 1) - \mu (\varphi' COV_{ZZ} \varphi - 1) \quad (12)$$

Derivando la ecuación (12) con respecto a las incógnitas  $\gamma$  y  $\varphi$  e igualando a cero se obtiene:

$$COV_{XZ} \varphi = \lambda COV_{XX} \gamma \quad (13)$$

$$COV_{XZ}^T = \mu COV_{ZZ} \varphi \quad (14)$$

Multiplicando la ecuación (13) por  $\gamma'$  y la ecuación (14) por  $\phi'$  por la izquierda se obtiene:

$$\gamma'COV_{XZ}\phi = \lambda\gamma'COV_{XX}\gamma \quad (15)$$

$$\phi'COV_{XZ}^T\gamma = \mu\phi'COV_{ZZ}\phi \quad (16)$$

Utilizando las ecuaciones (10) y (11) en las ecuaciones (15) y (16), se obtiene:

$$\gamma'COV_{XZ}\phi = \lambda \quad (17)$$

$$\phi'COV_{XZ}^T\gamma = \mu \quad (18)$$

De las ecuaciones (17) y (18) se deduce que  $\lambda = \mu$ . En consecuencia, las ecuaciones (13) y (14) se pueden expresar de la siguiente manera:

$$COV_{XZ}\phi = \lambda COV_{XX}\gamma \quad (19)$$

$$COV_{XZ}^T\gamma = \lambda COV_{ZZ}\phi \quad (20)$$

De este modo, si se despeja  $\phi$  de la ecuación (20) y se reemplaza en la ecuación (13) se obtiene la ecuación característica de la matriz  $COV_{XX}^{-1}COV_{XZ}COV_{ZZ}^{-1}COV_{XZ}^T$ , cuyo vector propio es  $\gamma$  y valor propio asociado  $\lambda^2$ .

$$(COV_{XX}^{-1}COV_{XZ}COV_{ZZ}^{-1}COV_{XZ}^T)\gamma = \lambda^2\gamma \quad (21)$$

Análogamente, si se despeja  $\gamma$  de la ecuación (19) y se reemplaza en (14) se obtiene la ecuación característica de  $COV_{ZZ}^{-1}COV_{XZ}^T COV_{XX}^{-1}COV_{XZ}$ , cuyo vector propio es  $\phi$  y mismo valor propio  $\lambda^2$ .

$$(COV_{ZZ}^{-1}COV_{XZ}^T COV_{XX}^{-1}COV_{XZ})\phi = \lambda^2\phi \quad (22)$$

Finalmente, el problema de optimización planteado para encontrar proyecciones ortogonales que alcancen la máxima correlación se reduce al problema de valores y vectores propios.

Se puede ver que el valor de  $\rho^2$  es igual al valor de  $\lambda^2$ . Por tanto, la solución del problema de optimización se basa en el cálculo de valores y vectores propios de las matrices mostradas en las ecuaciones (21) y (22). Más importante aún, el valor del cuadrado de la correlación canónica  $\rho^2$  es el valor propio  $\lambda^2$ .

Finalmente, y después de determinar el coeficiente de correlación canónica, podemos estimar, en general, las variables de interés  $Z_i$  a partir de dos modelos de regresión lineal simple:

$$\widehat{Z}_i = \bar{\alpha}_{0i} + \bar{\alpha}_{1i} X_C \quad (23)$$

Donde  $\bar{\alpha}_{0i}$  y  $\bar{\alpha}_{1i}$  corresponden al intercepto y la pendiente de los modelos de regresión para la estimación de la variable de interés  $i$ , respectivamente.

Se denota por  $R^2_{Ci}$  al coeficiente de determinación del modelo de la variable de interés  $i$  presentado en la ecuación (23), obtenido a partir de este modelo basado en correlaciones canónicas. La idea es que este valor sea lo más cercano al valor del coeficiente de determinación obtenido usando una regresión múltiple de primer orden sin pasar por la variable latente  $X_C$ . Es decir, mejor es la calidad del modelo propuesto si  $(R^2_{Mi} - R^2_{Ci})$  se aproxima a cero, pues esto refleja que se pierde poca información al pasar por un modelo que se explica a través de una sola variable o indicador.

### II.3.4. Modelo de ecuaciones estructurales

El Modelo de Ecuaciones Estructurales examina simultáneamente una serie de relaciones de dependencia. Es particularmente útil cuando una variable dependiente se convierte en independiente en posteriores relaciones de dependencia. Además, posee la capacidad de representar variables que no se miden directamente, llamadas variables latentes (Hair, Anderson, Tatham & Black, 1999). Una variable latente es un constructo supuesto -Indicador de Vulnerabilidad Académica, por ejemplo- que solo puede ser medido a través de variables que son observables: ingreso bruto familiar, educación de los padres, entre otros.

En la literatura se menciona que existen tres estrategias que un investigador puede utilizar en los sistemas de ecuaciones estructurales: (1) estrategia de modelización confirmada, (2) estrategia de modelos rivales, y (3) estrategia de desarrollo del modelo (Cupani, 2012).

Ruiz, Pardo y San Martín (2010) señalan que, la gran ventaja del primer tipo de estrategia, es proponer el tipo y dirección de las relaciones que se espera encontrar entre las diversas variables contenidas en él, para pasar posteriormente a estimar los parámetros que vienen especificados por las relaciones propuestas a nivel teórico. Por este motivo se denominan modelos confirmatorios, dado que el interés fundamental es confirmar, mediante el análisis de la muestra, las rela-

ciones propuestas a partir de la teoría explicativa que se haya decidido utilizar como referencia.

En general, el procedimiento para llevar a cabo la modelización de ecuaciones estructurales se resume en seis pasos: especificación, identificación, estimación de parámetros, evaluación del ajuste, reespecificación del modelo e interpretación de resultados (Cupani, 2012).

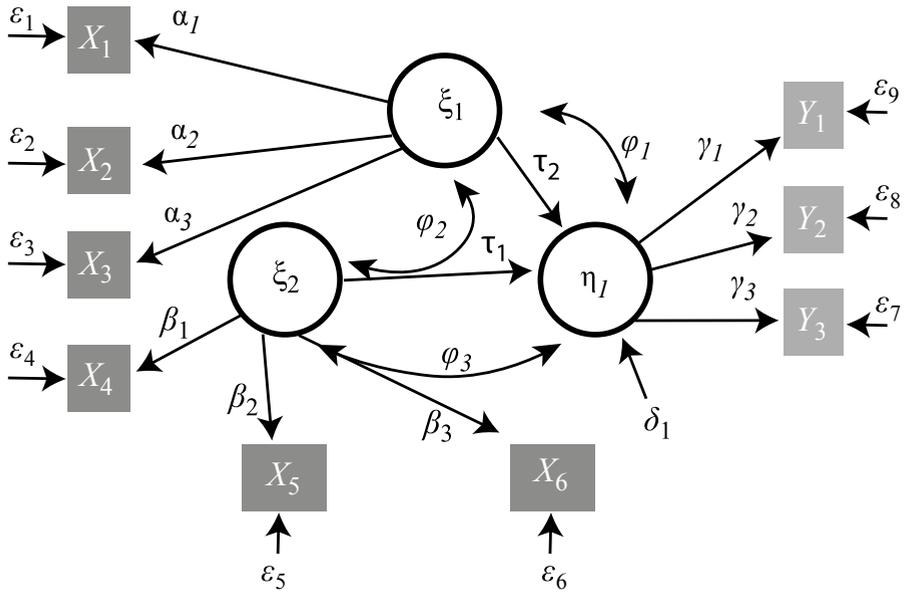
- Especificación: plantea las ecuaciones matemáticas relativas a los efectos causales de las variables latentes y a las expresiones que las relacionan con los indicadores o variables observables. También, se especifican los supuestos estadísticos.
- Identificación: identifica el modelo, suponiendo que el modelo teórico está correcto. El modelo está identificado si existe una solución única para cada uno de los parámetros estimados.
- Estimación de parámetros: determina los valores de los parámetros desconocidos y su respectivo error de medición.
- Evaluación del ajuste: evalúa la bondad de ajuste del modelo con el fin de medir la exactitud de los supuestos del modelo especificado para determinar si el modelo es correcto y sirve como aproximación a la situación real. En general, en la literatura, se utiliza la diferencia entre las covarianzas observadas en la muestra y las covarianzas pronosticadas por el modelo estructural como la medida a minimizar: (i) ajuste absoluto (valoran los residuos); (ii) ajuste relativo (comparan el ajuste respecto a otro modelo de peor ajuste); y (iii) ajuste parsimonioso (valoran el ajuste respecto al número de parámetros utilizado).
- Reespecificación del modelo: produce el mejoramiento continuo del modelo buscando métodos para mejorar los ajustes del modelo.
- Interpretación de resultados: interpreta los resultados del modelo implementado.

En general, la literatura señala que para plantear un correcto modelo de ecuaciones estructurales se hace indispensable mostrarlo, primeramente, a través de un modelo gráfico denominado diagrama estructural, el cual debe ser capaz de explicar las asociaciones entre las variables observadas y las variables latentes.

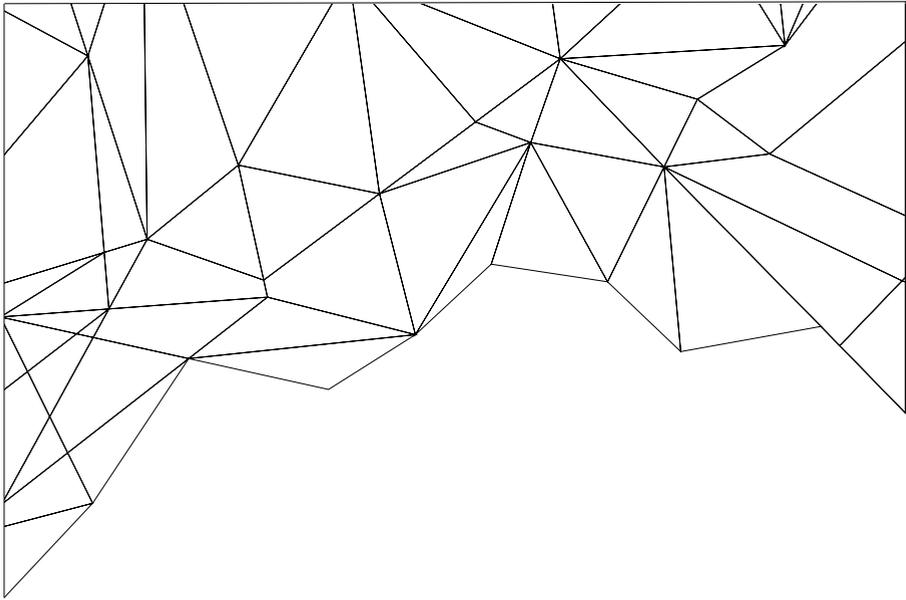
Para hacer aquello, se han adoptado las siguientes convenciones: por medio de un rectángulo se simboliza una variable observada, una variable latente se simboliza por una elipse (o círculo), una asociación con una flecha unidireccional y una correlación con un vector curvo bidireccional. La Figura 1 muestra un ejemplo general de un diagrama estructural.

Las variables  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, Y_1, Y_2$  e  $Y_3$  son observadas.  $\xi_1, \xi_2, \eta_1$  son variables latentes.  $\xi_1, \xi_2$  son variables latentes independientes mientras que  $\eta_1$  es dependiente. Las variables  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \varepsilon_4, \varepsilon_5, \varepsilon_6, \varepsilon_7, \varepsilon_8, \varepsilon_9, \delta_1$  representan los errores asociados a las variables observadas y latente dependiente. Los coeficientes  $\alpha, \beta$  representan parámetros asociados a las conexiones entre las variables observadas y latentes. Adicionalmente, los coeficientes  $\tau, \varphi$  representan las conexiones entre las variables latentes independientes y la variable latente dependiente.

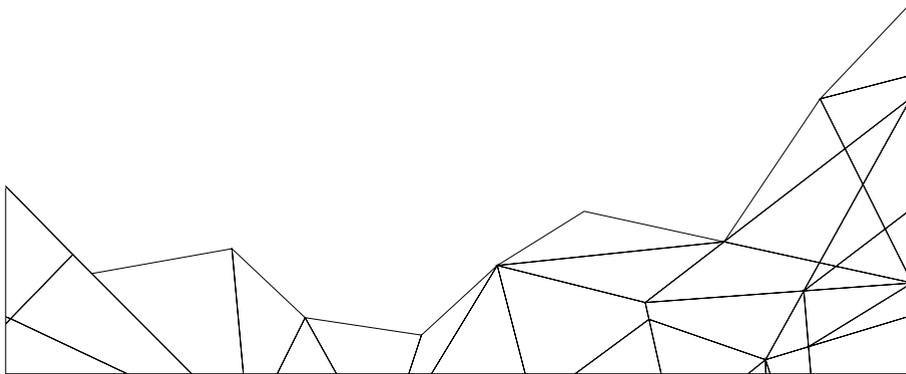
Figura 1. Ejemplo diagrama estructural



Fuente: Elaboración propia, a partir de Manzano (2017).



**CAPÍTULO III**  
**PROPUESTA DE UN INDICADOR NACIONAL**  
**DE VULNERABILIDAD ACADÉMICA**





En este capítulo se presenta la propuesta de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica. En la sección III.1 se muestra la necesidad de considerar el perfil de ingreso de los estudiantes de una institución al momento de evaluar la calidad de los procesos formativos, con fines de acreditación. En la sección III.2 se presenta la estructura del indicador propuesto y la forma de implementarlo. La sección III.3 discute la política pública de gratuidad y la forma en que el indicador propuesto podría ser un insumo para mejorar dicha política o para generar políticas complementarias. En la sección III.4 se presenta un ejemplo de uso del indicador propuesto.

### **III.1. El perfil de ingreso y su relación con el aseguramiento de la calidad**

Como una forma de mostrar la necesidad de incorporar de manera objetiva las características de ingreso de los estudiantes a una carrera o institución para evaluar la calidad de los procesos formativos, se presenta un modelo básico que toma una variable de rendimiento académico y una variable socioeconómica del perfil de ingreso de los estudiantes.

Suponiendo que existen solo dos universidades que dictan cierta carrera, el éxito académico de cada programa se medirá a través de solo un indicador de rendimiento académico: tasa de retención. Además, se asume que la tasa de retención promedio nacional es conocida para un conjunto de carreras comparables a la carrera analizada. Los resultados de ambas universidades se resumen en la Tabla 3.

**Tabla 3*****Información para el ejemplo: tasas de retención agregadas***

Institución	Tasa de retención
Universidad A	36%
Universidad B	74%
Promedio nacional	48%

Fuente: Elaboración propia.

A partir de estos indicadores se podría pensar que el proceso formativo de la Universidad B es de mucho mejor calidad que el de la Universidad A. Además, la Universidad A tiene una tasa de retención inferior a la media nacional. Estas observaciones podrían tener efecto, por ejemplo, en los procesos de acreditación de estas instituciones o programas, o en el efecto de políticas públicas que favorezcan a instituciones de acuerdo a este indicador.

Al incorporar a este análisis una variable socioeconómica como el ingreso bruto familiar -que diversos autores han demostrado estar inversamente correlacionada con el éxito académico- el panorama podría cambiar radicalmente, dejando de manifiesta una realidad muy distinta.

El solo saber que una institución recibe a estudiantes provenientes de familias de menores ingresos, podría ser tomado en cuenta de manera subjetiva a la hora de evaluarla; sin embargo, dicha consideración no tiene por qué ser subjetiva.

Siguiendo con el ejemplo hipotético, la Tabla 4 resume la información relativa a la tasa de retención de estudiantes de carreras comparables a nivel nacional, desagregada por quintil de ingreso bruto familiar.

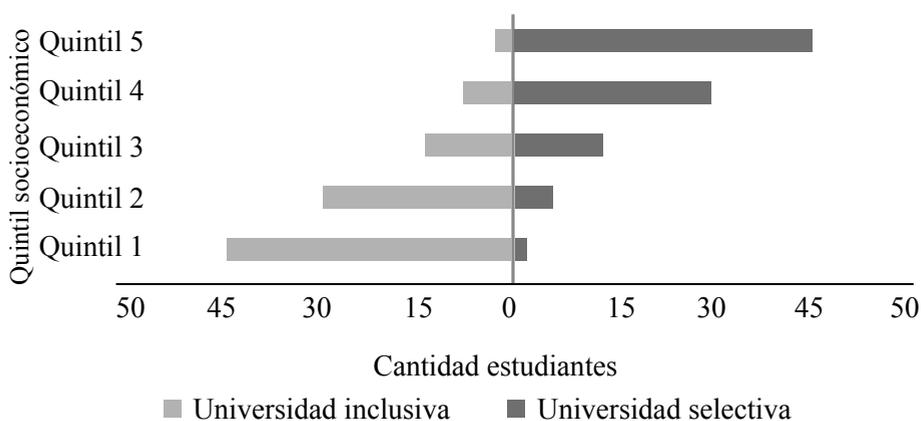
**Tabla 4**  
**Información de ejemplo: tasas de retención desagregadas (promedio nacional)**

Ingreso bruto familiar	Tasa de retención (promedio nacional)
Quintil 1	16%
Quintil 2	30%
Quintil 3	43%
Quintil 4	65%
Quintil 5	80%

Fuente: Elaboración propia.

Esta información puede ser utilizada de manera objetiva para evaluar la calidad de los procesos formativos de las dos instituciones del ejemplo. Para ello, se requiere conocer la distribución de los estudiantes que recibe cada institución, desde el punto de vista de los quintiles de ingreso. El Gráfico 1 presenta la distribución para este ejemplo. A partir de dicha información, se evidencia que la Universidad B es mucha más selectiva, recibiendo estudiantes principalmente de mayores ingresos, a diferencia de la Universidad A que recibe mayoritariamente estudiantes del primer y segundo quintil, por lo que podría decirse que es más inclusiva.

*Gráfico 1.* Información de ejemplo: distribución de estudiantes (%) por institución



Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5 muestra la desagregación de la tasa de retención de cada universidad en cada grupo de estudiantes, clasificados por quintil de ingresos.

**Tabla 5**

***Información de ejemplo: tasas de retención desagregadas (por institución)***

Quintil	Distribución de estudiantes (%)		Tasa de retención (%)		Retención (%) Promedio nacional
	Universidad A	Universidad B	Universidad A	Universidad B	
1	45	2	20	14	16
2	30	6	34	28	30
3	14	14	54	45	43
4	8	31	80	74	65
5	3	47	93	91	80
Tasa de retención agregada			36	74	48

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la información desagregada por quintiles, se observa que la Universidad A logra una mayor retención que la Universidad B en cada uno de los grupos de estudiantes. Es más, su tasa de retención supera a la media nacional en cada quintil.

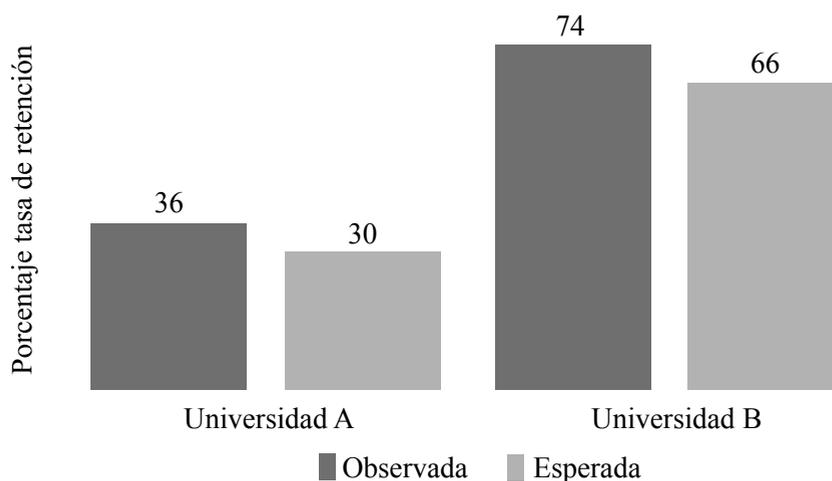
Se concluye, además, que la tasa total de retención de la Universidad A no es en realidad un mal indicador -al compararlo con el contexto nacional-, sino que es un indicador que se ve fuertemente influenciado por la distribución de los estudiantes que recibe. Por otra parte, la Universidad B también tiene tasas de retención que están por sobre la media nacional para los 3 quintiles superiores, pero no así para los estudiantes que recibe de los dos primeros quintiles. Si bien este es un ejemplo con datos hipotéticos, el resultado sería algo esperable debido a que esta institución, de carácter más selectivo, no ha tenido la necesidad de adaptar sus procesos formativos para hacerse cargo del ingreso a la educación superior de estudiantes más desfavorecidos y, en consecuencia, los estudiantes que recibe de estos grupos tienen muy baja probabilidad de éxito académico.

Contar con un indicador del rendimiento académico esperado de los estudiantes en función de su perfil de ingreso -en este ejemplo medido a través del ingreso bruto familiar-, permite caracterizar a las instituciones en virtud de los estudiantes que recibe y, más importante aún, permite exigir ciertos rendimientos académicos en función de un valor estándar contextualizado a cada realidad. No tiene sentido eva-

luar la calidad de los procesos formativos de una institución en comparación con la media nacional, es decir, no se debe comparar la tasa de retención de la Universidad A (30%) con el promedio nacional (48%), dado que la distribución de estudiantes de dicha institución no tiene por qué ser la misma o similar a la realidad nacional. Lo más adecuado sería calcular el rendimiento esperado de los estudiantes que recibe una institución a la luz del rendimiento de esos estudiantes en el contexto nacional. Es decir, lo esperado -de acuerdo a la realidad nacional- es que cualquier institución logre retener al 16% de sus estudiantes del quintil 1; al 30% de sus estudiantes del quintil 2; al 43% del quintil 3; al 65% del quintil 4 y al 80% del quintil 5. De esta manera se puede obtener el rendimiento esperado para cada institución, y evaluar sus procesos docentes a la luz de ese indicador. Al hacer este ejercicio con los datos del ejemplo, se obtiene un rendimiento esperado de un 30% para la Universidad A y de un 66% para la Universidad B.

El Gráfico 2 muestra las tasas de retención de cada institución y el indicador de retención esperada para el contexto de estudiantes que recibe.

Gráfico 2. Información de ejemplo: tasas de retención



Fuente: Elaboración propia.

Al tener la Universidad A una tasa de retención superior a la esperada, se puede concluir que tiene procesos formativos que logran un rendimiento académico de sus estudiantes superior a lo que, en promedio, se lograría a nivel nacional con ese mismo grupo de estudiantes. A eso los autores llaman una evaluación en contexto de la calidad de la formación.

Este ejemplo busca visibilizar una realidad objetivable: la evaluación de la calidad de los procesos formativos de instituciones y/o programas no puede desentenderse de las características de ingreso de los estudiantes que recibe. La evaluación de la calidad debe hacerse a la luz de dichos perfiles de ingreso y esto puede hacerse de manera objetiva.

El ejemplo anterior ilustra la consideración de solo una característica del perfil de ingreso: el ingreso bruto familiar como predictor del éxito académico de los estudiantes. Sin embargo, si bien el ingreso bruto familiar presenta una correlación estadísticamente significativa con el rendimiento académico, dicha correlación, afortunadamente, no es muy fuerte. Es necesario considerar otras variables para construir un mejor predictor o indicador del perfil de ingreso de los estudiantes que recibe una institución; características no solo socioeconómicas, sino también del rendimiento académico previo a su ingreso a la universidad, tales como NEM, puntajes PSU, *ranking*, alumno prioritario, entre otros. Por otro lado, los procesos formativos no se deben medir a través de un solo indicador -como la tasa de retención-, sino a través de un conjunto de ellos: tiempo medio de titulación, tasa de titulación oportuna, tasa de avance después de cierto tiempo de estadía en la institución, entre otros.

### **III.2. Propuesta del indicador**

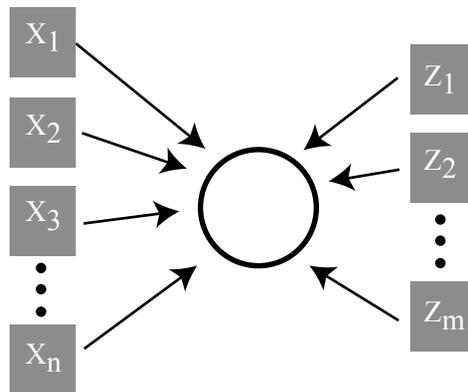
Para poder caracterizar a los estudiantes de acuerdo a su perfil de ingreso, y lograr que esta caracterización permita construir estándares a nivel nacional del rendimiento académico esperado de un grupo de estudiantes, se debe construir un instrumento -al cual llamamos Indicador de Vulnerabilidad Académica- que considere diversas variables del perfil de ingreso de los estudiantes, correlacionadas con un conjunto de variables de rendimiento académico.

Sea  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  un conjunto de variables del perfil de ingreso de los estudiantes que acceden a la educación superior. Sea  $z_1, z_2, \dots, z_m$  un conjunto de variables de rendimiento académico obtenidos de los mismos estudiantes una vez concluida su vida universitaria -o, eventualmente, medidas en algún punto intermedio de la misma-.

El objetivo es encontrar una variable intermedia que se correlacione con las características de ingreso de los estudiantes y su rendimiento académico. Esta variable intermedia (Y) es la que permitirá construir un indicador de la vulnerabilidad académica de los estudiantes en función de sus características de ingreso a la universidad. La Figura 2 muestra la relación estructural del modelo propuesto.

Las variables de ingreso son características propias del estudiante al momento de su ingreso a la universidad, y deben ser independientes de la carrera que estudie, de la institución en que lo haga y de las características. El propósito es describir a los estudiantes que ingresan al sistema universitario y utilizar dicha información para, posteriormente, caracterizar a las instituciones y obtener indicadores de referencia para ellas y para sus carreras. Incluir información de la carrera o en la institución dentro de las variables del perfil de ingreso (X) haría que el indicador de vulnerabilidad académica se particularice para cada institución y no se podrían comparar los estudiantes de diversas instituciones, o estos respecto del rendimiento esperado a nivel nacional.

Figura 2. Diagrama estructural propuesto



Fuente: Elaboración propia.

Se entenderá por Indicador de Vulnerabilidad Académica un valor entre 0 y 100, que se otorga a cada estudiante o a un grupo de ellos, mediante una función que utiliza los valores de un conjunto de variables del perfil de ingreso del estudiante. El valor 0 es asignado a un estudiante ficticio cuyo perfil de ingreso es el de mayor vulnerabilidad, es decir, cada una de sus variables de entrada toma el valor del peor caso. Por el contrario, el valor 100 es asignado a un estudiante ficticio cuyo perfil de ingreso es el de menor vulnerabilidad, es decir, cada una de sus variables de entrada toma el valor del mejor caso. Dicho indicador debe presentar una correlación lo más fuerte posible con las variables de rendimiento académico de los estudiantes. La calidad del indicador se mide a partir del valor de dichas correlaciones.

Por su parte, la función que se utiliza para calcular el Indicador de Vulnerabilidad Académica recibe el nombre de Polinomio de Vulnerabilidad Académica. Esta función es la que asigna un valor entre 0 y 100 a un estudiante en función de los valores de sus variables del perfil de ingreso, utilizando un conjunto de ponderadores que asignan un peso a las variables del perfil de ingreso en la construcción del indicador. El polinomio tiene la forma general de la ecuación (24). En ella,  $Y$  representa el valor del indicador de vulnerabilidad académica;  $\gamma_0$  es un valor que permite desplazar el rango a los valores entre 0 y 100, lo cual facilita la interpretación de los valores obtenidos;  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  son las variables del perfil de ingreso de los estudiantes que se utilizan para construir el indicador; y finalmente,  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_n$  son los ponderadores o pesos de las variables en el polinomio.

$$Y = \gamma_0 + \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + \dots + \gamma_n X_n \quad (24)$$

Dado que la estructura propuesta busca la correlación entre un conjunto de variables de entrada -variables independientes- y un conjunto de variables de desempeño académico -variables dependientes-, se deben utilizar para la construcción del indicador modelos multivariantes que permitan la incorporación de más de una variable dependiente.

En el capítulo siguiente se presentan las diversas alternativas para la construcción del polinomio, principalmente técnicas basadas en correlaciones canónicas y ecuaciones estructurales. Se efectúa una comparación entre ellas y se propone la que, a juicio de los autores de esta investigación, parece la más consistente.

Tal como se indicó anteriormente, entre las variables del perfil de ingreso de los estudiantes pueden considerarse algunas de carácter socioeconómico como ingreso bruto familiar, dependencia del colegio de origen -municipal, subvencionado, particular-, educación de los padres, entre otros; de tipo académico, tales como resultados PSU, NEM, *ranking* y otras de tipo motivacional y psicosocial. Sin embargo, se debe contar con el mismo tipo de información para todos los estudiantes que sean considerados en el estudio. Esto representa una limitación no menor, dado que no existen bases de datos validadas y uniformes para la mayoría de estas variables. La información socioeconómica es, en general, autodeclarada, y los factores motivacionales y psicosociales son estudiados en algunas universidades y con diversos instrumentos no necesariamente comparables. Las únicas fuentes de información uniformes y validadas son las referidas a las variables académicas, pero ellas no son suficientes para construir un indicador de vulnerabilidad académica con foco en la inclusión y la equidad.

El principal objetivo de este estudio es aportar una metodología para construir un Indicador de Vulnerabilidad Académica que sea único a nivel nacional y que sirva como un insumo para políticas públicas y los procesos de acreditación de instituciones y programas. En rigor, la metodología aporta un polinomio que, en función de las características de un estudiante que ingresa -o postula a la universidad-, permite asociarle un indicador de vulnerabilidad académica.

Este polinomio podría ser único a nivel nacional considerando una muestra significativa de estudiantes de diversas universidades, disciplinas y programas de estudio y tomando ciertos resguardos para que los datos sean comparables. Por ejemplo, no se podría usar el tiempo de titulación como variable dependiente, dado que las carreras tienen una duración teórica distinta, por lo cual esta variable no sería directamente comparable. Sin embargo, al dividir el tiempo de titulación por la duración teórica se obtendría un tiempo de titulación relativa -donde el valor 1 indica que el estudiante terminó su carrera al día-. Esta variable sí sería comparable entre diversos programas.

También se podrían construir polinomios por áreas de estudio, por ejemplo, para todas las carreras del área de educación; o para una carrera en particular.

Un polinomio único nacional sería muy útil como insumo para establecer políticas públicas con foco en los estudiantes de mayor riesgo, o a las instituciones superiores que los cobijan; también sería útil en procesos de acreditación institucional. Sin embargo, polinomios más específicos podrían ser adecuados para efectos de acreditación de programas de pregrado.

La metodología para obtener estos distintos polinomios es la misma, solo varía la población de estudiantes desde donde se obtendría la muestra con la que se construirían los modelos.

Entonces, una pregunta relevante es: ¿quién dispone de la información que se requiere para poder implementar esta propuesta?

En la Ley N°21.091 de Educación Superior, SIES queda bajo la dependencia de la Subsecretaría de Educación Superior. Al mismo tiempo, tanto este organismo como la Superintendencia de Educación Superior están facultadas para solicitar a las universidades la información necesaria para el cumplimiento de los fines que les son propios. Por otra parte, la Ley establece un Sistema de Acceso a la Educación Superior que estará cargo de esta Subsecretaría. Este organismo, necesariamente, deberá recopilar todos los antecedentes de oferta académica anual de las universidades y de los postulantes, tarea que hoy cumple el DEMRE. En conclusión, la Subsecretaría de Educación Superior dispondrá de la información que se requiere para llevar a cabo esta propuesta.

Existe un segundo problema práctico con la implementación: el desfase entre el momento en que se genera la información del perfil de ingreso de los estudiantes a la educación superior, y el momento en que se alcanza un estado definitivo: titulado/egresado o desertor.

Para que los resultados no sean sesgados, cualquier estudiante de una cohorte que ingresa a la educación superior podría ser seleccionado en la muestra para construir el polinomio. Por lo tanto, se requiere que toda su cohorte ya esté en un estado definitivo. Si hay estudiantes de la cohorte que aún está estudiando, no se sabría si ese estudiante terminará su carrera y, en caso de hacerlo, cuánto tiempo le tomará.

En el caso evaluado, para lograr eso, la población de estudiantes incluía a todos los estudiantes que ingresaron a la UCSC -en las dos carreras antes mencionadas- entre los años 2005 y 2010-. Aun así, en esta

población había estudiantes que tenían el estado de alumno regular en sus carreras y que por ello no fueron considerados en la muestra. Esto genera un sesgo importante, dado que subestimaré el tiempo medio de titulación de dicha población. Este desfase, que tendría que ser de más de 10 años para evitar el sesgo, hace que el Indicador de Vulnerabilidad Académica pierda dinamismo.

Una forma de acortar dicha brecha es reemplazando la variable dependiente tiempo de titulación por una variable que indique el grado de avance de los estudiantes. Por ejemplo, el porcentaje de avance de un estudiante en la carrera al momento de cumplir una permanencia igual a la duración teórica de la misma. Esto acortaría la brecha a 7 años, considerando la duración de las carreras más largas a nivel nacional. Alternativamente se podría considerar el porcentaje de avance de los estudiantes al cumplir 3 años de la carrera, respecto del avance ideal a esa fecha. Así se podría acortar la brecha a tres años, obteniendo un indicador más dinámico que, mediante su actualización periódica, podría mostrar el impacto de políticas públicas en la educación superior.

Estos cambios en una de las variables de rendimiento académico -variables dependientes en el modelo- no requieren de ningún cambio adicional en la metodología propuesta.

Nuevamente es válida la pregunta: ¿quién dispone de esta información? ¿Quién tiene información del grado de avance de los estudiantes en sus programas?

A partir del año 2018, SIES solicitó a las instituciones de educación superior información relativa al avance curricular de los estudiantes. Específicamente, requiere:

- La cantidad de unidades de medida -asignaturas, créditos u otro- que componen el plan de estudios o de formación de cada una de las carreras de pregrado en las que estuvieron matriculados los estudiantes informados en el proceso 2018. Dicha cuantificación deberá expresarse en términos de número total de asignaturas, cursos y/o módulos que la componen o bien, en términos del número total de créditos académicos o créditos SCT-Chile que considera la carrera. Además, las instituciones deberán informar la distribución del total de unidades de medida especificadas en el plan de estudios, para cada uno de los años que dura formalmente la carrera.

- Para cada uno de los estudiantes de pregrado que fueron informados por la institución en el año anterior, si realizaron actividades académicas propias de la carrera en el primer y segundo semestre del año anterior, además de informar el número de unidades de medida -asignaturas, cursos y/o módulos que la componen, o bien créditos académicos o créditos SCT-Chile, u otras unidades especificadas- de la carrera que el estudiante cursó y aprobó, tanto durante el año 2018 como de forma acumulada desde el ingreso a la carrera.

Así, la Subsecretaría de Educación Superior dispondrá, en el corto plazo, no solo de la información necesaria para implementar esta propuesta, sino también para construir un instrumento más dinámico, que permita ir revisando el efecto de las políticas públicas en un plazo de un par de años.

### **III.3. El perfil de ingreso y su relación con la política pública de la gratuidad**

Antes de comentar la relación entre el perfil de ingreso de un estudiante con la política pública de la gratuidad, se menciona de manera sucinta, en qué consiste dicha política.

La gratuidad -según la Ley N°21.091- consiste en otorgar estudios superiores gratuitos a todo aquel estudiante que pertenezca al 60% de las familias con menores ingresos del país. Los requisitos para que opte a este beneficio son:

- Estudiar en una institución de educación superior que esté adscrita a este beneficio.
- Ser chileno, extranjero con permanencia definitiva o extranjero con residencia y, respecto a este último caso, que haya cursado la enseñanza media completa en Chile.
- No contar con un título profesional previo o un grado de licenciatura terminal, obtenido en alguna institución nacional o extranjera.
- Excepción:
  - Podrán tener gratuidad aquellos estudiantes que posean un título de técnico superior si cursan una segunda carrera

para obtener un título profesional o grado académico de licenciado.

- Podrán acceder a gratuidad aquellos estudiantes con grado de licenciado si optan por cursar un programa conducente a un título de profesor o educador, pero solo por la duración del plan de estudios de ese programa, que no puede exceder los cuatro semestres.

Con el fin de conocer quiénes pertenecen al 60% de las familias más pobres del país, el Ministerio de Educación considera la información entregada por los estudiantes a través del Formulario Único de Acreditación Socioeconómica (FUAS). Esta información es validada usando otras bases de datos que disponen otros organismos del Estado.

Respecto al primer inciso, para que una institución acceda a este financiamiento estatal de la gratuidad debe:

- Contar con acreditación institucional avanzada (4 a 5 años) o de excelencia (6 a 7 años). Las instituciones deben acreditarse obligatoriamente en las siguientes dimensiones: docencia y resultados del proceso de formación, gestión estratégica y recursos institucionales, aseguramiento interno de la calidad y vinculación con el medio. Para optar a los 7 años las instituciones de educación superior deberán acreditar además la dimensión de investigación, creación e innovación.
- Estar constituidos como personas jurídicas sin fines de lucro o, en caso de tener controlador o controladores, que éstos sean personas naturales o jurídicas sin fines de lucro.
- Aplicar políticas que permitan el acceso equitativo de estudiantes y contar con programas de apoyo a estudiantes vulnerables que promuevan su retención. Dichas políticas deben ser informadas a la Subsecretaría de Educación Superior con, al menos, un año antes de la solicitud de gratuidad.
- Deben fomentar que al menos el 20% de la matrícula total de la institución corresponda a estudiantes de hogares pertenecientes a los cuatro primeros deciles de menores ingresos del país (40% más vulnerables).

Las instituciones que acceden a la gratuidad deben registrarse por los valores regulados por el Ministerio de Educación. Estos valores se modifican cada cinco años mediante resoluciones, y son: aranceles, derechos básicos de matrícula y cobros por concepto de titulación/graduación.

El tiempo del beneficio de la gratuidad para el estudiante es la duración formal de la carrera. Por ejemplo, para la carrera de Ingeniería Civil impartida por la Universidad Católica de la Santísima Concepción es de 12 semestres, por lo cual el beneficio de la gratuidad para dicho estudiante solo durará 12 semestres. En caso que el estudiante no finalice sus estudios a tiempo, el siguiente año deberá financiar el 50% y los subsecuentes años el 100% del valor del arancel. Sin embargo, recientemente la Contraloría General de la República dictaminó que las universidades podrán cobrar el arancel completo a sus estudiantes por cada año adicional de la duración formal de la carrera (para alumnos que accedieron a la gratuidad los años 2016, 2017 y 2018).

La política de gratuidad promueve la inclusión a instituciones de educación superior de estudiantes en contextos desfavorecidos; sin embargo, ello hace que las instituciones generen condiciones favorables para el éxito del rendimiento académico.

Ahora bien, a este conjunto de estudiantes que acceden a la gratuidad se les impone una restricción en la duración de su beneficio económico que, como se mencionó, es igual a la duración formal de la carrera. Lo anterior implica necesariamente que se impone un financiamiento de duración fija para todos los estudiantes sin considerar el contexto social y educacional de los cuales provienen.

Scheele (2015) señala que la tasa de titulación oportuna es menor conforme se reducen los ingresos del hogar de los estudiantes y aumenta respecto a la vulnerabilidad escolar del establecimiento de procedencia. En ese mismo estudio se establece que los estudiantes reportan bajos rendimientos académicos para su primer año lo que incide directamente en la tasa de retención y en la duración real de las carreras que cursan. Ya que la política de gratuidad solo financia un plazo fijo de los estudios, y la duración real es mayor que dicho plazo, necesariamente la diferencia debe ser financiada por el estudiante/familia. Esto provoca un estrés adicional que podría incidir o ser un factor para el mal rendimiento académico.

En dicho estudio también se muestra un análisis respecto del porcentaje que representa el costo promedio de los aranceles *versus* el ingreso del hogar. Por ejemplo, para el primer decil, la proporción es del 180%, para los deciles tres y cuatro del 50% y para el quinto de 38,4%.

Por todo lo anterior, se hace necesario mejorar la política de inclusión, resguardando la calidad de la educación de las instituciones de educación superior y considerando, en mayor amplitud, los impactos que pueden surgir de políticas de educación con problemas de diseño. Es por ello que la duración de la gratuidad no puede estar sujeta a la duración formal de la carrera, sino que debe estar supeditada a las condiciones de entrada de aquellos que se quieren beneficiar, otorgándoles el apoyo necesario para que puedan tener éxito en su emprendimiento educacional.

Por tanto, una forma de establecer una política variable de duración de la gratuidad, que sea consecuente con la inclusión y la equidad, es generar algún medio que permita caracterizar a los estudiantes y que sea utilizado como insumo para la creación de políticas públicas. Los autores de esta investigación proponen una forma: Indicador de Vulnerabilidad Académica. Con ello, se puede determinar cuál sería la duración esperada al estudiar una carrera y, por lo tanto, establecería a nivel nacional la duración del beneficio.

#### **III.4. Ejemplo de uso del Polinomio de Vulnerabilidad Académica**

Con el propósito de ejemplificar la forma de uso de la herramienta propuesta en esta investigación, se considerará un polinomio de vulnerabilidad académica construido usando la técnica propuesta en el capítulo siguiente. Este polinomio está constituido por 8 variables del perfil de ingreso, un intercepto ( $\gamma_0$ ) y los ponderadores de cada una de las ocho variables consideradas en el ejemplo ( $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8$ ).

$$P = \gamma_0 + \gamma_1 X_1 + \gamma_2 X_2 + \gamma_3 X_3 + \gamma_4 X_4 + \gamma_5 X_5 + \gamma_6 X_6 + \gamma_7 X_7 + \gamma_8 X_8 \quad (25)$$

Como se mencionó en secciones anteriores, este polinomio está normalizado al intervalo (0, 100); esto es, el estudiante de mayor vulnerabilidad (aquel cuyas variables del perfil de ingreso toman los valores menos alentadores) tendrá un valor 0, y el de menor vulnerabilidad posible, un valor 100.

La Tabla 6 contiene los datos ficticios del rendimiento académico de una cohorte de estudiantes que ingresaron a dos universidades.

**Tabla 6**  
*Datos ejemplo*

Institución	Tasa de deserción (%)	Tiempo medio de titulación (semestres)
Universidad A	61,4	16,8
Universidad B	40,8	15,5
Promedio nacional	51,5	16,1

Fuente: Elaboración propia.

Al analizar estos datos respecto del contexto nacional, se podría concluir que la Universidad A tiene una alta tasa de deserción y una duración excesiva de la carrera; al contrario de la Universidad B, que muestra mejores resultados que el promedio nacional.

La aplicación del modelo propuesto considera, en primer término, caracterizar el perfil de los estudiantes que recibe cada institución, usando el Indicador de Vulnerabilidad Académica y, posteriormente, obtener los indicadores de rendimiento académico de cada institución esperados a nivel nacional para dicho perfil de ingreso. La Tabla 7 agrega esta nueva información.

**Tabla 7**  
*Perfil ingreso medio datos ejemplo*

Institución	Indicador Vulnerabilidad Académica	Tasa de deserción (%)		Tiempo medio de titulación (semestres)	
		Esperada	Observada	Esperada	Observada
Universidad A	66,1	67,0	61,4	17,3	16,8
Universidad B	87,6	36,4	40,8	15,0	15,5
Promedio nacional	73,2	51,5	51,5	16,1	16,1

Fuente: Elaboración propia.

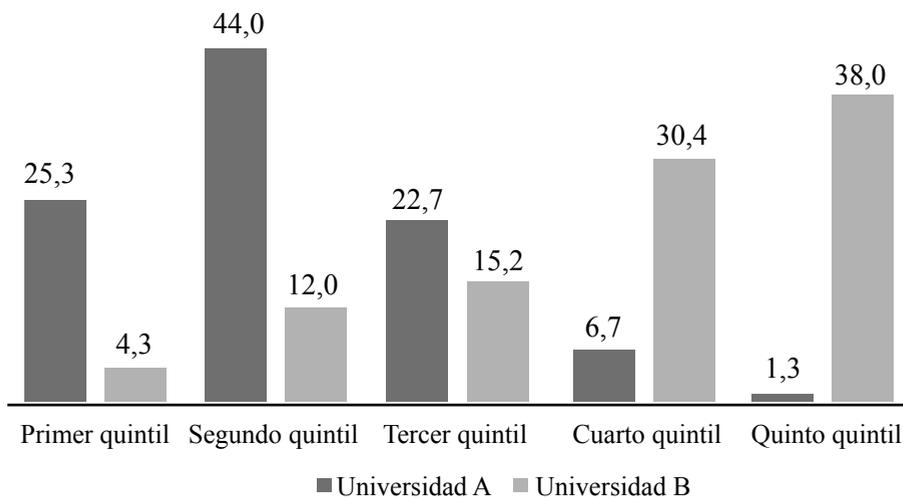
En la Tabla 7 se observa que la Universidad A recibe estudiantes con una vulnerabilidad promedio mucho mayor que los de la Universidad B -tanto menor es el valor del Indicador de Vulnerabilidad mayor es la vulnerabilidad de los estudiantes-. Luego, se observa que la Universidad A ha logrado un buen desempeño en términos de la retención de estudiantes, puesto que la tasa de deserción observada es menor a la esperada ( $61,4\% < 67\%$ ). La Universidad B presenta un desempeño levemente inferior a lo esperado ( $40,8\% > 36,4\%$ ). El tiempo medio de titulación es similar: la Universidad A presenta un tiempo medio de titulación mejor a lo esperado, al contrario que la Universidad B.

Las conclusiones obtenidas a partir de la información presentada en la Tabla 6 distan radicalmente de lo observado en la Tabla 7, debiendo ser tomada en cuenta esta última al evaluar los procesos formativos de cada institución, ya que permite objetivar la diferencia en los perfiles de ingreso de los estudiantes que reciben.

También es posible rehacer el análisis anterior agrupando los estudiantes por quintiles de vulnerabilidad académica. Para ello, basta con calcular los quintiles del Indicador de Vulnerabilidad Académica obtenidos a partir del polinomio  $P$  mencionado en la ecuación (25). A partir de este cálculo se obtendrían los rendimientos observados para cada institución en cada grupo, y los rendimientos esperados en cada grupo de acuerdo a la realidad nacional. De este modo, se podrían obtener resultados como los presentados en los siguientes gráficos.

El Gráfico 3 muestra la distribución de estudiantes agrupados por Indicador de Vulnerabilidad Académica que recibe cada institución. Se observa que la Universidad A tiene una fuerte agrupación de estudiantes del primer quintil de vulnerabilidad académica, mientras que en la Universidad B el grupo mayoritario proviene del quintil 5 de vulnerabilidad académica. Resultados como este permitirían también clasificar a las instituciones de acuerdo a su grado de selectividad/inclusividad en función del perfil de los estudiantes que recibe.

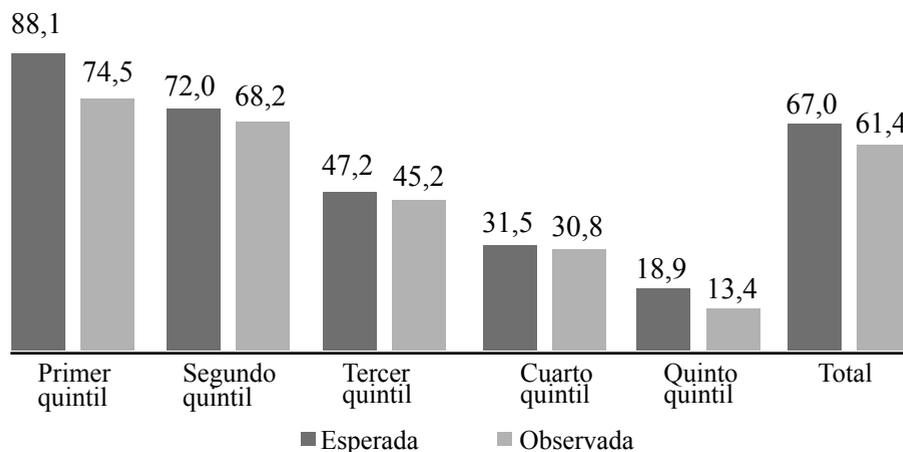
*Gráfico 3. Clasificación de estudiantes según quintil de vulnerabilidad académica*



Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 4 muestra la tasa de deserción observada y esperada de la Universidad A agrupadas por quintil de vulnerabilidad académica. Se verifica que la tasa de deserción observada es menor que la tasa esperada nacional, especialmente en los primeros quintiles.

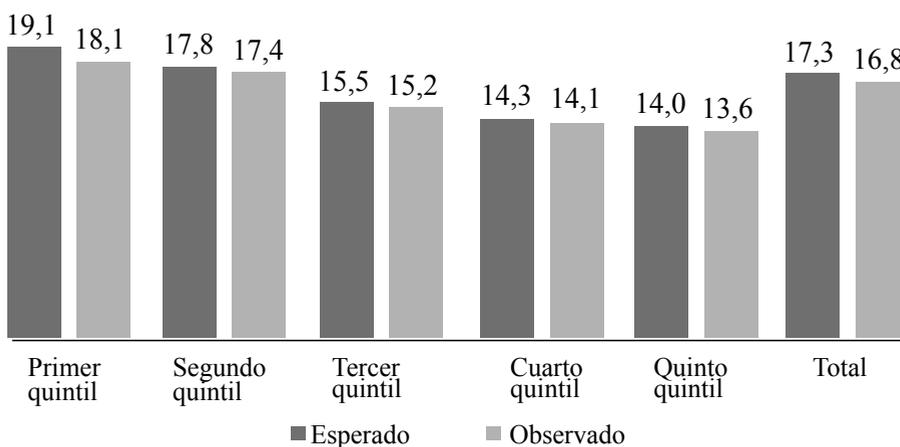
*Gráfico 4. Tasa de deserción de la Universidad A*



Fuente: Elaboración propia.

El Gráfico 5 muestra el tiempo medio de titulación observado y esperado para cada uno de los quintiles de vulnerabilidad académica de la Universidad A. En éste, se deduce que el tiempo medio observado de titulación para la Universidad A es menor que el tiempo medio esperado para la misma institución. Esto indica que el proceso formativo de la Universidad A tuvo un impacto positivo en la formación de sus estudiantes.

Gráfico 5. Tiempo medio de titulación de la Universidad A

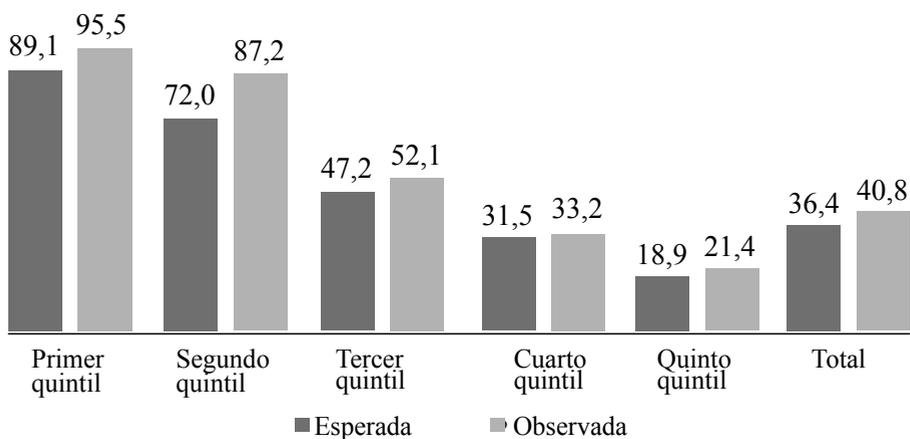


Fuente: Elaboración propia.

Por su parte, el Gráfico 6 y el Gráfico 7 muestran la tasa de deserción y el tiempo medio de titulación -observado y esperado- para cada quintil de vulnerabilidad académica en la Universidad B, respectivamente. De ambas gráficas se deduce que el desempeño observado por quintil de la Universidad B es menor al esperado tanto en la tasa de deserción como en el tiempo medio de titulación.

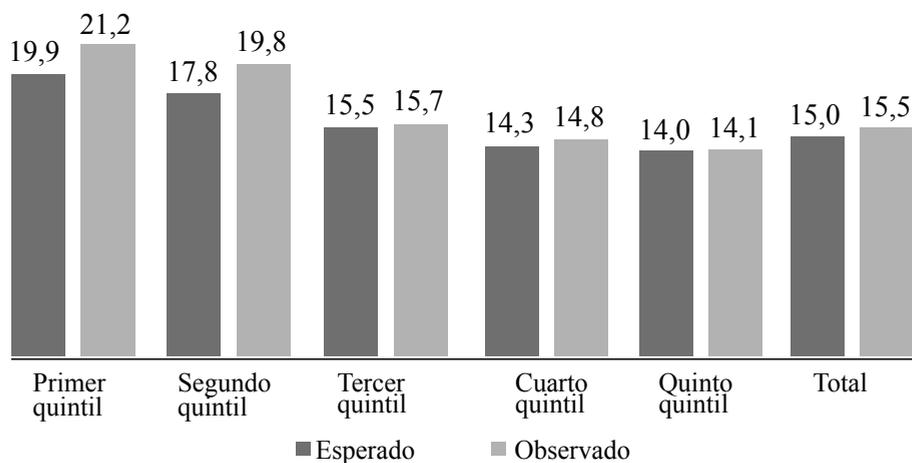
El acceso a esta información desagregada por grupos, de acuerdo a los quintiles de vulnerabilidad académica de los estudiantes que recibe una institución, permite tener una visión ampliada de la realidad de las instituciones y de sus procesos formativos. Y, por tanto, permitiría también una evaluación más objetiva de la calidad de sus procesos formativos.

Gráfico 6. Tasa de deserción de la Universidad B

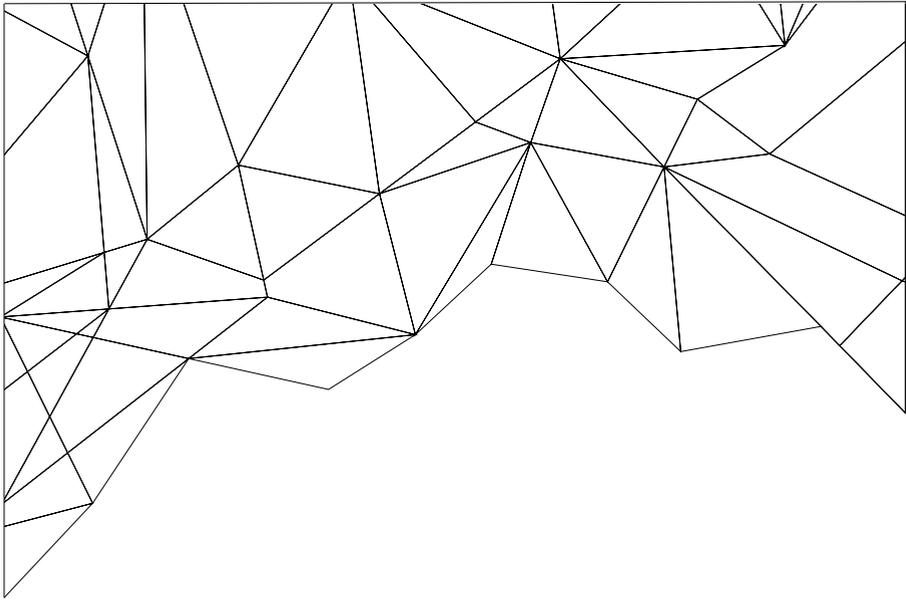


Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 7. Tiempo de titulación de la Universidad B

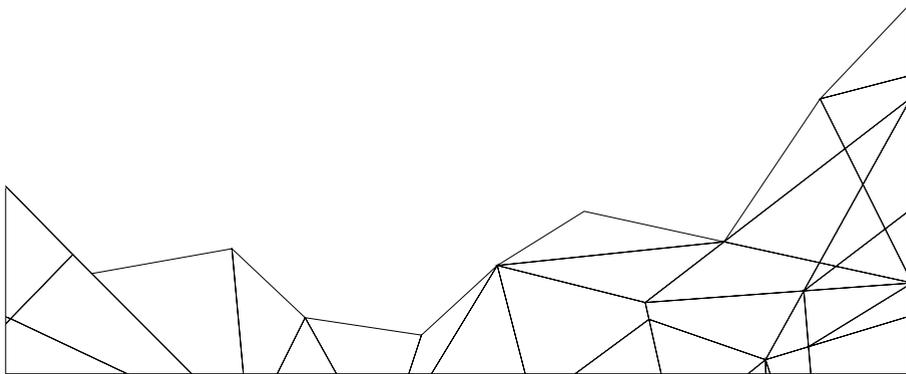


Fuente: Elaboración propia.



## **CAPÍTULO IV**

### **PROPUESTAS METODOLÓGICAS**





En este capítulo se expone una serie de modelos para la obtención del Polinomio de Vulnerabilidad Académica presentado en el capítulo anterior. Los modelos son acompañados por resultados de prueba, con el fin de realizar un análisis comparativo de su calidad en relación a la bondad de ajuste de los modelos de regresión lineal múltiple para cada variable dependiente.

Como ya se señaló, la muestra de datos contiene 271 observaciones -estudiantes-, 8 variables del perfil de ingreso -variables independientes indicadas en la Tabla 2- y un par de variables que caracterizan el éxito académico: una variable binaria que indica si el estudiante desertó o no, y para los estudiantes titulados -95 observaciones de los 271-, la cantidad de semestres que demoró en conseguirlo.

Los resultados numéricos que se presentan en este capítulo son obtenidos a partir de dicha muestra no aleatoria. Según lo anterior, no es pertinente realizar un análisis de la significancia estadística de los parámetros o verificar los supuestos de los errores de cada modelo; no es posible sacar conclusiones estadísticamente válidas o validar alguna hipótesis a partir de los valores obtenidos en los diversos modelos que se implementan. Por esto, se reitera que el objetivo de este capítulo es seleccionar el modelo que, de acuerdo a su bondad de ajuste, robustez y complejidad de implementación, sea el más adecuado para calcular el Indicador de Vulnerabilidad Académica.

Este capítulo está organizado de la siguiente manera: en la sección IV.1 se presentan los resultados obtenidos a partir del modelo de regresión lineal múltiple para cada una de las variables dependientes. Estos resultados servirán de referencia para evaluar la calidad de los modelos propuestos y estimar la deserción y el tiempo de titulación en función de los Indicadores de Vulnerabilidad Académica que se proponen. En la sección IV.2 se presentan los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple de primer orden para cada una de las variables dependientes y usar cada uno de esos modelos como base para

la obtención de un Polinomio de Vulnerabilidad Académica y hacer un análisis crítico de dicho enfoque. En la sección IV.3 se muestra la implementación y resultados obtenidos mediante la aplicación del modelo logrado a partir de correlaciones canónicas y dos modelos de ecuaciones estructurales. Esta subsección finaliza con la recomendación del modelo a utilizar para la construcción del Indicador de Vulnerabilidad Académica, considerando tanto la robustez como la complejidad de los modelos propuestos. Finalmente, la sección IV.4 presenta alternativas de adaptación del modelo cuando se busque alinear con políticas públicas específicas.

#### **IV.1. Línea de base: modelos de regresión múltiple**

Dado que el objetivo final de este estudio es obtener un Indicador de Vulnerabilidad Académica que se correlacione simultáneamente con todas las variables de rendimiento académico -en este estudio se utilizan dos, pero podrían incorporarse otras, como titulación oportuna, tasa de avance, entre otros-, los valores dados de  $R^2_{M1}=0,65$  y  $R^2_{M2}=0,40$  calculados en la sección II.3.2, serán la base de comparación o la cota superior de cualquier modelo propuesto. Un Indicador de Vulnerabilidad Académica será potente en la medida que sus coeficientes de determinación para la deserción y para el tiempo de titulación se aproxima desde abajo a dicho valor.

Es importante destacar que todos los modelos se compararán utilizando como base el coeficiente de determinación  $R^2$  y no un coeficiente de determinación ajustado  $R^2_{aj}$ , dado que este último penaliza el coeficiente de determinación de acuerdo a la cantidad de variables independientes que se consideren en el modelo. Como esas penalizaciones son distintas de la cantidad de variables independientes de los modelos, no se podría hacer una comparación directa de la bondad de ajuste de los mismos. En particular, dado que los modelos propuestos que utilicen el Indicador de Vulnerabilidad Académica tendrán solo una variable independiente, y en consecuencia una menor penalización, la comparación, utilizando el  $R^2_{aj}$ , llevaría a sobrevalorar la calidad de los modelos propuestos en este estudio respecto de los modelos de regresión lineal múltiple.

Sin duda, la utilización de un modelo de regresión lineal para estimar la variable independiente deserción no es la mejor elección

desde un punto de vista teórico, debido a que esta variable no es métrica: asume el valor uno para los estudiantes que no logran terminar la carrera y el valor cero para los estudiantes que se titulan. Lo más recomendable sería utilizar análisis discriminante múltiple o modelos de probabilidad lineal (Hair et al., 1999). A pesar de ello, se utiliza un modelo de regresión lineal debido a que el objetivo es obtener el mejor coeficiente de determinación -que será la base de comparación, como se indicó previamente-. Por otro lado, los modelos se utilizarán para predecir el rendimiento promedio de un grupo de estudiantes -tasa de deserción- y no de un estudiante en particular -deserta o no-, por lo cual la variable que se estima es una variable métrica.

Finalmente, y antes de introducir cada una de las metodologías usadas para calcular el Indicador de Vulnerabilidad Académica, se presenta en la Tabla 8 el tamaño de muestra y el coeficiente de determinación  $R^2_{Mi}$  para cada una de las variables dependientes.

**Tabla 8**  
***Coefficientes de determinación usando regresión lineal***

	Tamaño de muestra	Coefficiente de determinación $R^2_{Mi}$
Modelo deserción $\widehat{Z}_1$	271	0,65
Modelo tiempo de titulación $\widehat{Z}_2$	95	0,40

Fuente: Elaboración propia.

## **IV.2. Modelos basados en regresión lineal múltiple**

A continuación, se proponen dos modelos para construir un Indicador de Vulnerabilidad Académica basados en modelos de regresión lineal múltiple de primer orden. La principal característica de estos modelos es que existe una única variable dependiente, por lo cual se debe seleccionar solo una de las variables de éxito académico para construir el indicador. El primer modelo usa como variable dependiente la tasa de deserción, mientras el segundo modelo utiliza el tiempo de titulación.

Tal como se dijo, se entenderá por Indicador de Vulnerabilidad Académica un valor entre 0 y 100, que se otorga a cada estudiante (o a un conjunto de ellos) mediante una función que utiliza los valores de un conjunto de variables del perfil de ingreso del estudiante. El valor 0 es asignado a un estudiante ficticio cuyo perfil de ingreso es el de ma-

por vulnerabilidad, es decir, cada una de sus variables de entrada toma el valor de peor caso. Por el contrario, el valor 100 es asignado a un estudiante ficticio cuyo perfil de ingreso es el de menor vulnerabilidad, es decir, cada una de sus variables de entrada toma el valor de mejor caso. Dicho indicador debe presentar una correlación lo más fuerte posible con las variables de rendimiento académico de los estudiantes. Es decir, la calidad del indicador se mide a partir de esas correlaciones.

Por su parte, la función que se utiliza para calcular el Indicador de Vulnerabilidad Académica recibe el nombre de Polinomio de Vulnerabilidad Académica. Esta función es la que asigna un valor entre 0 y 100 a un estudiante en función de los valores de sus variables del perfil de ingreso, a partir de un conjunto de ponderadores.

Para evaluar la calidad del Polinomio de Vulnerabilidad Académica, es decir su capacidad para explicar el desempeño esperado del estudiante, se debe revisar la correlación que existe entre los valores generados por esta función -los Indicadores de Vulnerabilidad Académica- y los valores observados del desempeño, no solo para una variable de rendimiento académico, sino para un conjunto de ellas. En esta investigación, se utilizó para pronosticar la tasa de deserción y el tiempo de titulación y obtener la bondad de ajuste ( $R^2$ ) de dichos pronósticos, los cuales son comparados con los valores de referencia obtenidos en la sección II.3.2.

#### IV.2.1. Indicador de Vulnerabilidad en función de la deserción

Como primera estrategia, el Indicador de Vulnerabilidad Académica se construyó a partir del modelo de regresión lineal múltiple ajustado para lo cual se usó una muestra de 271 estudiantes y como variable dependiente la deserción. El modelo es el siguiente:

$$\widehat{Z}_{1i} = 0,33 - 0,03X_{1i} + 0,24X_{2i} - 0,02X_{3i} - 0,03X_{4i} - 0,03X_{5i} + 0,19X_{6i} + 0,25X_{7i} - 0,001X_{8i} \quad (26)$$

El estimador de la variable Deserción  $\widehat{Z}_1$  sirve de base para construir el indicador, dado que dicho valor se correlaciona positivamente con la variable observada deserción ( $Z_1$ ). Para ello se debe hacer una transformación lineal sobre  $\widehat{Z}_1$ , de manera de llevarla a un intervalo (0, 100) consistente con la definición adoptada del indicador y, posteriormente, hacer una nueva transformación para correlacionar

negativamente el indicador con la variable deserción, para hacerla consistente con el sentido de los valores extremos 0 y 100 previamente definidos.

Previo a la transformación con intervalo (0,100) se debe obtener el mínimo y máximo teórico de la variable  $\widehat{Z}_I$ . Para ello se consideran los valores extremos de las variables independientes y si éstas se correlacionan positiva o negativamente con  $\widehat{Z}_I$ . En efecto, para obtener el mínimo teórico para la variable  $\widehat{Z}_I$ , entonces se considera el valor superior del rango para aquellas variables que se correlacionan negativamente y el valor inferior del rango para aquellas variables que se correlacionan positivamente. Para el caso de obtener el máximo valor teórico de la variable  $\widehat{Z}_I$ , se considera el valor superior del rango para aquellas variables correlacionadas positivamente y el valor inferior para aquellas que se correlacionan negativamente. Esta información se obtiene de la Tabla 9, específicamente en la columna menor caso y en la columna mayor caso.

**Tabla 9**  
**Información para la obtención de un indicador basado en la deserción**

Variable independiente (X)	Rango		Correlación $X_i$ con $\widehat{Z}_I$	Menor caso		Mayor caso	
	Min	Max		Extremo	Valor <sup>1</sup>	Extremo	Valor <sup>2</sup>
X <sub>1</sub> : Colegio	1	3	-	Superior	3	Inferior	1
X <sub>2</sub> : Género	1	2	+	Inferior	1	Superior	2
X <sub>3</sub> : Ingreso bruto familiar	1	12	-	Superior	12	Inferior	1
X <sub>4</sub> : Educación padre	0,2	8,2	-	Superior	8,2	Inferior	0,2
X <sub>5</sub> : Educación madre	0,2	8,2	-	Superior	8,2	Inferior	0,2
X <sub>6</sub> : Situación ocupacional Padre	1	3	+	Inferior	1	Superior	3
X <sub>7</sub> : Situación ocupacional Madre	1	3	+	Inferior	1	Superior	3
X <sub>8</sub> : Puntaje PSU matemáticas	150	850	-	Superior	850	Inferior	150

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando los valores de menor caso (Valor<sup>1</sup>) en la ecuación (26), se obtendrá el valor mínimo teórico de la variable  $\widehat{Z}_I$ :

$$\widehat{Z}_{Imin} = 0,33 - 0,03 * 3 + 0,24 * 1 - 0,02 * 12 - 0,03 * 8,2 - 0,03 * 8,2 + 0,19 * 1 + 0,25 * 1 - 0,001 * 850 = -0,66$$

De manera análoga, reemplazando los valores de mayor caso (Valor<sup>2</sup>) en la ecuación (26), se obtendrá el valor máximo teórico de la variable  $\widehat{Z}_I$ , esto es:

$$\widehat{Z}_{1max} = 0,33 - 0,03 * 1 + 0,24 * 2 - 0,02 * 1 - 0,03 * 0,2 - 0,03 * 0,2 + 0,19 * 3 + 0,25 * 3 - 0,001 * 150 = 1,92$$

Para obtener el polinomio que permita calcular el Indicador de Vulnerabilidad Académica de cada estudiante, se realiza la siguiente transformación lineal sobre la variable  $\widehat{Z}_{1i}$ , y sobre el modelo de regresión lineal en general:

$$IR1_i = \left( \frac{\widehat{Z}_{1i} - \widehat{Z}_{1min}}{\widehat{Z}_{1max} - \widehat{Z}_{1min}} \right) * 100$$

Al aplicar la misma transformación sobre la ecuación (26) se obtiene el Polinomio de Vulnerabilidad Académica basado en el modelo de regresión lineal de la deserción. Sin embargo, para invertir la correlación entre el indicador y las variables de rendimiento académico, se debe multiplicar el polinomio por (-1) y sumar 100 al intercepto.

$$PRI = 56,59 + 1,08X_{1i} - 8,94X_{2i} + 0,63X_{3i} + 0,97X_{4i} + 0,94X_{5i} - 6,84X_{6i} - 9,23X_{7i} + 0,05X_{8i}$$

Donde:

-  $IR1_i$  denota el Indicador de Vulnerabilidad Académica del estudiante  $i$  utilizando el modelo basado en regresión lineal y la variable dependiente  $Z_1$  (deserción).

-  $PRI$  denota el Polinomio de Vulnerabilidad Académica construido utilizando el modelo basado en regresión lineal y la variable dependiente  $Z_1$  (deserción).

El último paso consiste en determinar la bondad de ajuste de este polinomio al ser utilizado para pronosticar las dos variables dependientes por separado, mediante modelos de regresión lineal simple, de la forma:

$$\widehat{Z}_1 = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_1 IR1 \quad (27)$$

$$\widehat{Z}_2 = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_1 IR1 \quad (28)$$

Al resolver las ecuaciones (27) y (28), utilizando *R-project*, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\widehat{Z}_1 = 1,87 - 0,03IRI$$

$$\widehat{Z}_2 = 23,33 - 0,09IRI$$

Se puede afirmar que los coeficientes de determinación son  $R^2_{R1\_1} = 0,65$  y  $R^2_{R1\_2} = 0,22$ , respectivamente. Se puede observar que  $R^2_{R1\_1} = R^2_{M1}$ , es decir, este Polinomio tiene una bondad de ajuste con la variable deserción igual a la del modelo de regresión lineal múltiple que es la base de comparación. Esto es natural dado que *PR1* se obtiene a partir de una transformación lineal sobre el modelo de regresión de base. Sin embargo,  $R^2_{R1\_2} = 0,22$  es considerablemente menor a  $R^2_{M2} = 0,40$ . La bondad de ajuste disminuye considerablemente cuando *PR1* es utilizado para pronosticar el tiempo de titulación.

#### IV.2.2. Indicador de Vulnerabilidad en función del tiempo de titulación

En este caso, el Indicador de Vulnerabilidad Académica se construirá a partir del modelo de regresión lineal múltiple ajustado en la sección II.3.2, para lo cual se usó una muestra de 95 estudiantes y la variable dependiente es el tiempo de titulación. El modelo es el siguiente:

$$\widehat{Z}_{2i} = 16,65 - 0,82X_{1i} + 0,97X_{2i} - 0,23X_{3i} + 0,23X_{4i} + 0,01X_{5i} - 0,08X_{6i} + 1,08X_{7i} - 0,002X_{8i} \quad (29)$$

El estimador de la variable tiempo de titulación  $\widehat{Z}_2$  servirá de base para construir el indicador; dicho valor se correlaciona positivamente con la variable observada tiempo de titulación ( $Z_2$ ). Para ello, se debe hacer una transformación lineal sobre  $\widehat{Z}_2$  para llevarla a un intervalo (0, 100) al igual que el modelo de la sección anterior.

Previo a la transformación lineal al intervalo (0,100) se debe obtener el mínimo y máximo teórico de la variable  $\widehat{Z}_2$ . Para ello se consideran los valores extremos de las variables independientes y si se correlacionan positiva o negativamente con  $\widehat{Z}_2$ . La información se obtiene de la Tabla 10.

**Tabla 10**

**Información para la obtención de un indicador basado en el tiempo de titulación**

Variable independiente (X)	Rango		Correlación $X_i \widehat{Z}_2$ con	Menor caso		Mayor caso	
	Min	Max		Extremo	Valor <sup>1</sup>	Extremo	Valor <sup>2</sup>
X <sub>1</sub> : Colegio	1	3	-	Superior	3	Inferior	1
X <sub>2</sub> : Género	1	2	+	Inferior	1	Superior	2
X <sub>3</sub> : Ingreso bruto familiar	1	12	-	Superior	12	Inferior	1
X <sub>4</sub> : Educación padre	0,2	8,2	+	Inferior	0,2	Superior	8,2
X <sub>5</sub> : Educación madre	0,2	8,2	+	Inferior	0,2	Superior	8,2
X <sub>6</sub> : Situación ocupacional Padre	1	3	-	Superior	3	Inferior	1
X <sub>7</sub> : Situación ocupacional Madre	1	3	+	Inferior	1	Superior	3
X <sub>8</sub> : Puntaje PSU matemáticas	150	850	-	Superior	850	Inferior	150

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando los valores de menor caso (Valor<sup>1</sup>) en la ecuación (29), se obtiene el valor mínimo teórico de la variable  $\widehat{Z}_2$  :

$$\widehat{Z}_{2min} = 16,65 - 0,82 * 3 + 0,97 * 1 - 0,23 * 12 + 0,23 * 0,2 + 0,01 * 0,2 - 0,08 * 3 + 1,08 * 1 - 0,002 * 850 = 11,59$$

De manera análoga, reemplazando los valores de mayor caso (Valor<sup>2</sup>) en la ecuación (29), se obtendrá el valor máximo teórico de la variable  $\widehat{Z}_2$  , esto es:

$$\widehat{Z}_{2max} = 16,65 - 0,82 * 1 + 0,97 * 2 - 0,23 * 1 + 0,23 * 8,2 + 0,01 * 8,2 - 0,08 * 1 + 1,08 * 3 - 0,002 * 150 = 22,34$$

El modelo que permite obtener el Indicador de Vulnerabilidad Académica de cada estudiante se obtiene usando la siguiente transformación lineal sobre la variable  $\widehat{Z}_{2i}$  :

$$IR2_i = \left( \frac{\widehat{Z}_{2i} - \widehat{Z}_{2min}}{\widehat{Z}_{2max} - \widehat{Z}_{2min}} \right) * 100$$

Al aplicar la misma transformación sobre la ecuación (29) se obtiene el Polinomio de Vulnerabilidad Académica basado en el modelo de regresión lineal del tiempo de titulación. Para invertir la correlación entre el indicador y las variables de rendimiento académico, se debe multiplicar el polinomio por (-1) y sumar 100 al intercepto.

$$PR2=52,77+7,59X_{1i}-8,92X_{2i}+2,11X_{3i}-2,14X_{4i}-0,10X_{5i}+0,74X_{6i}-9,95X_{7i}+0,02X_{8i}$$

Donde:

-  $IR2i$  denota el Indicador de Vulnerabilidad Académica del estudiante  $i$  utilizando el modelo basado en regresión lineal y la variable dependiente  $Z_2$  (tiempo de titulación).

-  $PR2$  denota el Polinomio de Vulnerabilidad Académica construido utilizando el modelo basado en regresión lineal y la variable dependiente  $Z_2$  (tiempo de titulación).

El último paso consiste en determinar la bondad de ajuste de este polinomio al ser utilizado para pronosticar las dos variables dependientes por separado, mediante modelos de regresión lineal simple de la forma:

$$\widehat{Z}_1 = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_1 IR2 \quad (30)$$

$$\widehat{Z}_2 = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_1 IR2 \quad (31)$$

Al resolver las ecuaciones (30) y (31), utilizando *R-project*, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$\widehat{Z}_1 = 1,37 - 0,02 IR2$$

$$\widehat{Z}_2 = 22,36 - 0,11 IR2$$

Los coeficientes de determinación son  $R^2_{R2\_1} = 0,39$  y  $R^2_{R2\_2} = 0,40$ , respectivamente. Se puede observar que  $R^2_{R2\_2} = R^2_{M2}$ , es decir, este polinomio tiene una bondad de ajuste con la variable tiempo de titulación igual a la del modelo de regresión lineal múltiple que es la base de comparación; esto es natural, dado que  $PR2$  se obtiene a partir de una transformación lineal sobre el modelo de regresión de base. Sin embargo,  $R^2_{R2\_1} = 0,39$  es considerablemente menor a  $R^2_{M2} = 0,65$ , es decir, la bondad de ajuste disminuye considerablemente cuando  $PR2$  es utilizado para pronosticar la deserción.

### IV.2.3. Análisis crítico de los modelos basados en regresión lineal

Como se ha observado en las secciones precedentes, al usar un modelo de regresión lineal se debe optar por una variable dependiente; y por lo tanto el Indicador de Vulnerabilidad Académica construido se correlacionará con dicha variable. La correlación que presente con otras

variables de interés será fortuita, ya que no es posible asegurarla en un modelo de este tipo.

Un indicador de vulnerabilidad basado en un modelo de regresión lineal, usando como variable dependiente la deserción, será muy útil para evaluar de manera única esa variable de éxito académico en una universidad o programa, pero no será útil para medir el éxito en otras variables. De la misma manera, este indicador sería útil como insumo para políticas públicas que busquen mejorar la retención universitaria, pero no para políticas asociadas al tiempo de permanencia de los estudiantes en la educación superior.

Por su parte, un indicador del riesgo basado en un modelo de regresión lineal que use como variable dependiente el tiempo de titulación podría ser un insumo muy útil para la política de gratuidad de la educación superior, en lo que respecta a la duración del beneficio; pero inútil como insumo para otras políticas.

Por eso es necesario proponer un modelo que considere no solo diversos factores como variables independientes, sino que se correlacione de manera adecuada con diversas variables de rendimiento académico: deserción, tasa de titulación oportuna, tiempo medio de titulación. Esto permitirá contar con un indicador de riesgo que sea aplicable en contextos más diversos.

### **IV.3. Modelos integrados**

Esta sección contiene los resultados de diversos modelos que estiman las variables dependientes deserción y tiempo de titulación a partir de una única variable intermedia, Indicador de Vulnerabilidad Académica (Y), la cual es obtenida a partir de una combinación lineal de las 8 variables dependientes antes presentadas (regresión lineal múltiple de primer orden).

#### **IV.3.1. Correlaciones canónicas**

En base a la descripción matemática realizada, a continuación se presenta la notación definida para esta investigación y, posteriormente, se presentan los resultados obtenidos al aplicar el método de correlaciones canónicas para la construcción de un Polinomio de Vulnerabilidad Académica.

Sean:

$Z_{1i}$ , la variable binaria asociada a la deserción, la cual toma el valor 0 si el estudiante  $i$  se tituló de la carrera y 1 en caso contrario, con  $i \in \{1, 2, \dots, 271\}$ .

$Z_{2i}$ , la variable asociada a la duración (tiempo de titulación), la cual especifica la cantidad de semestres que le tomó al estudiante  $i$  titularse de la carrera. Esta variable está definida solo para aquellos estudiantes que se titulan ( $Z_{1i} = 0$ ), y corresponde a un subconjunto de 95 estudiantes de la muestra total.

$\varphi_1, \varphi_2$  los ponderadores de la combinación lineal de los vectores de variables dependientes  $Z_1$  y  $Z_2$ , respectivamente.

$X_{1i}, X_{2i}, \dots, X_{8i}$  los valores de las 8 variables de ingreso para la observación (estudiante)  $i$ .

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8$  los ponderadores de la combinación lineal de vectores de variables independientes  $X_1, X_2, \dots, X_8$ , respectivamente.

$Z_{Ci}$  es la componente del vector  $Z_C$  que se obtiene como (ecuación (32)):

$$Z_{Ci} = \varphi_1 Z_{1i} + \varphi_2 Z_{2i} \quad (32)$$

$X_{Ci}$  es la componente del vector  $X_C$  y que se obtiene como ecuación (33):

$$X_{Ci} = \gamma_1 X_{1i} + \gamma_2 X_{2i} + \gamma_3 X_{3i} + \gamma_4 X_{4i} + \gamma_5 X_{5i} + \gamma_6 X_{6i} + \gamma_7 X_{7i} + \gamma_8 X_{8i} \quad (33)$$

El modelo de correlaciones canónicas corresponde a encontrar los valores de  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8, \varphi_1$  y  $\varphi_2$  que maximicen:

$$\text{Correlación}(Z_C, X_C)$$

En este modelo, el vector  $X_C$  obtenido es la base para la construcción del Polinomio de Vulnerabilidad Académica que se requiere para caracterizar a los estudiantes, ya que el método busca una alta correlación entre este vector y cada una de las variables del vector  $Z$ . Solo se requiere una transformación lineal del vector  $X_C$  para que los valores obtenidos se restrinjan al intervalo (0, 100), para hacerlo consecuente con la definición de indicador y con la interpretación de los valores extremos.

El vector transformado -al cual denotaremos  $Y$ - es posteriormente usado para estimar los vectores  $Z_1$  y  $Z_2$  a partir de dos modelos de regresión lineal simple -ecuaciones (34) y (35)-:

$$\widehat{Z}_1 = \bar{\alpha}_0 + \bar{\alpha}_1 Y \quad (34)$$

$$\widehat{Z}_2 = \bar{\beta}_0 + \bar{\beta}_1 Y \quad (35)$$

Donde  $\bar{\alpha}_0, \bar{\alpha}_1, \bar{\beta}_0, \bar{\beta}_1$  corresponden al intercepto y pendiente en los modelos de regresión para la estimación de la deserción y del tiempo de titulación, respectivamente.

Sean  $R^2_{C1}$  y  $R^2_{C2}$ , los coeficientes de determinación de los modelos de la deserción y del tiempo de titulación, respectivamente, obtenidos usando este modelo basado en correlaciones canónicas.

No hay que olvidar que de la variable  $Z_1$  se tienen 271 observaciones, mientras la variable  $Z_2$  solo está definida para un subconjunto de 95 observaciones de la muestra, en tanto que el modelo de correlaciones canónicas considera que todas las variables -dependientes e independientes- son medidas en todas las observaciones. A fin de subsanar esta situación se modificó el método tradicional mediante dos enfoques: uno de penalización y otro de omisión.

### **Enfoque de Penalización.**

Se define un parámetro  $M$ , que es un valor a asignar a los estudiantes que no terminaron la carrera en su variable asociada a la duración. En términos intuitivos, esto corresponde a afirmar que un estudiante que no termina la carrera es equivalente a uno que la termina en  $M$  semestres. Es decir, se construye un vector  $\tilde{Z}_2$  -definido para las 271 observaciones- según la ecuación (36):

$$\tilde{Z}_{2i} = \begin{cases} Z_{2i} & \text{si } Z_{1i}=1 \\ M & \text{si } Z_{1i}=0 \end{cases} \quad (36)$$

Posteriormente, se le permite al modelo encontrar el valor de  $M$  que maximiza la correlación. Es decir, se resuelve el siguiente modelo:

Encontrar los valores de  $M, \varphi_1, \varphi_2, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7$  y  $\gamma_8$ , que maximicen:

$$\text{Correlación}(Z_C, X_C)$$

Donde,

$$Z_{Ci} = \varphi_1 Z_{1i} + \varphi_2 \tilde{Z}_{2i} \quad (37)$$

**Enfoque de Omisión.**

En este caso se modifica la forma en que se define el vector  $Z_C$ , omitiendo de la combinación lineal el término asociado a la variable  $Z_2$  para las observaciones donde ésta no está definida (38):

$$Z_C = \begin{cases} \varphi_1 Z_{1i} + \varphi_2 Z_{2i} & \text{si } Z_{1i} = 1 \\ \varphi_1 Z_{1i} & \text{si } Z_{1i} = 0 \end{cases} \quad (38)$$

En este caso particular, esto se simplifica a lo mostrado en la ecuación (39):

$$Z_C = \begin{cases} \varphi_1 Z_{1i} + \varphi_2 Z_{2i} & \text{si } Z_{1i} = 1 \\ 0 & \text{si } Z_{1i} = 0 \end{cases} \quad (39)$$

Este enfoque de omisión es un caso particular del enfoque de penalización, cuando  $M \equiv 0$ .

Al resolver ambos modelos quedó en evidencia que son equivalentes y, por lo tanto, en los resultados presentados en el Capítulo III, no se hace distinción entre ellos.

Entonces, el primer paso consiste en obtener los ponderadores de las combinaciones lineales, tanto de las variables dependientes como de las variables independientes, que maximizan la correlación entre los vectores resultantes.

El valor teórico de la combinación lineal de las variables independientes,  $X_C$ , se obtiene a partir de los parámetros de la Tabla 11.

**Tabla 11**  
**Resultados obtenidos al aplicar correlación canónica: variables independientes**

Variable independiente		Parámetros de la combinación lineal	
Notación	Descripción	Notación	Valor
$X_1$	Tipo de establecimiento de educación media	$\gamma_1$	-0,13
$X_2$	Género	$\gamma_2$	0,52
$X_3$	Ingresos bruto familiar	$\gamma_3$	-0,10
$X_4$	Educación del padre	$\gamma_4$	-0,02
$X_5$	Educación de la madre	$\gamma_5$	-0,05
$X_6$	Trabajo del padre	$\gamma_6$	0,35
$X_7$	Trabajo de la madre	$\gamma_7$	0,79
$X_8$	PSU matemáticas	$\gamma_8$	-0,003

Fuente: Elaboración propia.

El valor teórico de la combinación lineal de las variables dependientes,  $Z_C$  se obtiene a partir de los parámetros de la Tabla 12.

**Tabla 12**  
**Resultados obtenidos al aplicar correlación canónica: variables dependientes**

Variable dependiente		Parámetros de la combinación lineal	
Notación	Descripción	Notación	Valor
$Z_1$	Deserción	$\varphi_1$	0,27
$Z_2$	Tiempo de titulación	$\varphi_2$	0,09

Fuente: Elaboración propia.

Estos parámetros entregan un coeficiente de correlación entre  $X_C$  y  $Z_C$  de 0,85.

Una vez conocidos los valores de  $\gamma_i$  y  $\varphi_i$  que maximizan la correlación entre  $X_C$  y  $Z_C$ , es necesario realizar una transformación lineal sobre los valores de  $X_C$  de manera de obtener valores dentro del intervalo (0,100) conforme a lo expuesto en el capítulo III.2. Se utilizará el mismo procedimiento explicado en los capítulos IV.3.1 y IV.3.2.

La Tabla 13 muestra los valores extremos de las variables independientes utilizados para calcular  $\widehat{X}_{cmin}$  y  $\widehat{X}_{cmax}$ .

**Tabla 13**

**Información para la obtención de un indicador basado en correlaciones canónicas**

Variable independiente X	Rango		Correlación X con X <sub>c</sub>	Menor caso		Mayor caso	
	Min	Max		Extremo	Valor <sup>1</sup>	Extremo	Valor <sup>2</sup>
X <sub>1</sub> : Colegio	1	3	-	Superior	3	Inferior	1
X <sub>2</sub> : Género	1	2	+	Inferior	1	Superior	2
X <sub>3</sub> : Ingreso Bruto Familiar	1	12	-	Superior	12	Inferior	1
X <sub>4</sub> : Educación Padre	0,2	8,2	-	Superior	8,2	Inferior	0,2
X <sub>5</sub> : Educación Madre	0,2	8,2	-	Superior	8,2	Inferior	0,2
X <sub>6</sub> : Situación ocupacional Padre	1	3	+	Inferior	1	Superior	3
X <sub>7</sub> : Situación ocupacional Madre	1	3	+	Inferior	1	Superior	3
X <sub>8</sub> : Puntaje PSU Matemáticas	150	850	-	Superior	850	Inferior	150

Fuente: Elaboración propia.

De este modo,  $\widehat{X}_{cmin}$  y  $\widehat{X}_{cmax}$  se calculan de la forma:

$$\widehat{X}_{cmin} = -0,13*3 + 0,52*1 - 0,10*12 - 0,02*8,2 - 0,05*8,2 + 0,35*1 + 0,79*1 - 0,003*850 = -3,05$$

$$\widehat{X}_{cmax} = -0,13*1 + 0,52*2 - 0,10*1 - 0,02*0,2 - 0,05*0,2 + 0,35*3 + 0,79*3 - 0,003*150 = 3,77$$

Para obtener el modelo que permite obtener el Indicador de Vulnerabilidad Académica de cada estudiante, se realiza la siguiente transformación lineal sobre la variable X<sub>ci</sub>:

$$IC_i = \left( \frac{\widehat{X}_{ci} - \widehat{X}_{cmin}}{\widehat{X}_{cmax} - \widehat{X}_{cmin}} \right) \times 100$$

Al aplicar la misma transformación sobre el vector X<sub>c</sub> se obtiene el Polinomio de Vulnerabilidad Académica basado en el modelo de correlaciones canónicas:

$$PC = 58,14 + 2,04X_{1i} - 7,93X_{2i} + 1,54X_{3i} + 0,34X_{4i} + 0,74X_{5i} - 5,38X_{6i} - 11,95X_{7i} + 0,04X_{8i}$$

Donde:

- IC<sub>i</sub> denota el Indicador de Vulnerabilidad Académica del estudiante i utilizando el modelo basado en correlaciones canónicas.

- PC denota el Polinomio de Vulnerabilidad Académica construido utilizando el modelo basado en correlaciones canónicas.

Finalmente, se calcula la bondad de ajuste del Polinomio de Vulnerabilidad Académica construido utilizando el modelo basado en correlaciones canónicas para estimar cada una de las variables dependientes, según la ecuación (34) y ecuación (35).

Al resolver estos modelos, utilizando *R-project*, se obtiene:

$$\widehat{Z}_1 = 1,58 - 0,03IC$$

$$\widehat{Z}_2 = 22,72 - 0,09IC$$

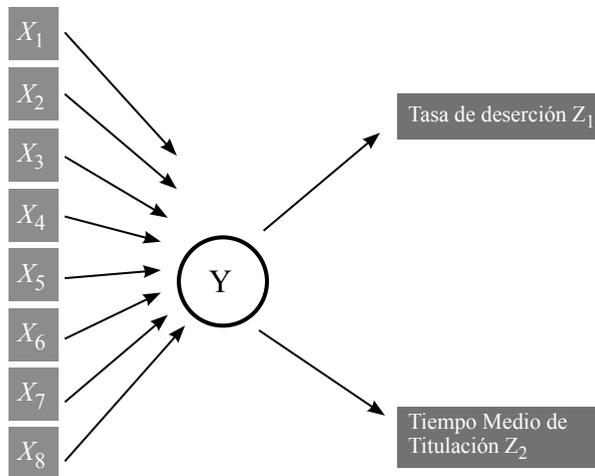
El coeficiente de determinación al estimar la variable deserción utilizando el Polinomio de Vulnerabilidad Académica basado en correlaciones canónicas es  $R^2_{C1}=0,64$ . El coeficiente de determinación al estimar la variable tiempo de titulación utilizando el Polinomio de Vulnerabilidad Académica basado en Correlaciones Canónicas es  $R^2_{C2}=0,30$ .

### IV.3.2. Modelos de ecuaciones estructurales

A partir de la definición expuesta en la sección II.3.4 se presenta la notación definida en esta investigación y, posteriormente, los resultados obtenidos al aplicar el método de modelo de ecuaciones estructurales.

La Figura 3 muestra el modelo de ecuaciones estructurales propuesto según las variables definidas en la Tabla 2.

Figura 3. Diagrama estructural propuesto



Fuente: Elaboración propia.

El modelo que se plantea se muestra en las ecuaciones (40), (41) y (42).

El objetivo es encontrar los valores de  $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6, \gamma_7, \gamma_8, \alpha_0, \alpha_1, \beta_0$  y  $\beta_1$ , que maximicen alguna medida del ajuste del modelo estructural, sujeto a las restricciones -ecuaciones estructurales-:

$$Y_i = \gamma_0 + \gamma_1 X_{1i} + \gamma_2 X_{2i} + \gamma_3 X_{3i} + \gamma_4 X_{4i} + \gamma_5 X_{5i} + \gamma_6 X_{6i} + \gamma_7 X_{7i} + \gamma_8 X_{8i} \quad (40)$$

$$\widehat{Z}_{1i} = \alpha_0 + \alpha_1 Y_i \text{ con } i=1, \dots, 271 \quad (41)$$

$$\widehat{Z}_{2i} = \beta_0 + \beta_1 Y_i \text{ con } i=1, \dots, 95 \quad (42)$$

En ecuaciones estructurales se utilizan diversas medidas de bondad de ajuste dependiendo de los objetivos del estudio. Para hacer comparable los resultados de este modelo con los resultados obtenidos en los anteriores, se utilizarán los coeficientes de determinación. Sin embargo, dado que existen dos variables dependientes, se utilizan 2 enfoques alternativos:

- Suma de los coeficientes de determinación. Este enfoque pondera la suma de cuadrados de los errores de cada variable de acuerdo a la varianza total de cada variable -inversamente-; esto es equivalente a maximizar la suma de los coeficientes de determinación  $R^2_1$  y  $R^2_2$ . Sean  $V_{1i} = Z_{1i} - Z_1$  y  $V_{2i} = Z_{2i} - Z_2$ , donde  $Z_1$  y  $Z_2$  son los promedios de las observaciones de las variables  $Z_1$  y  $Z_2$ , respectivamente. Así este enfoque, expresado en la ecuación (43), busca:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{271} (E_{1i})^2}{\sum_{i=1}^{271} (V_{1i})^2} + \frac{\sum_{i=1}^{95} (E_{2i})^2}{\sum_{i=1}^{95} (V_{2i})^2} \right\} \\ & = \text{Max} \{R^2_1 + R^2_2\} \quad (43) \end{aligned}$$

- Producto de los coeficientes de determinación. Dado que el primer enfoque podría generar una muy buena estimación de una de las variables dependientes en desmedro de la otra, este enfoque busca mejorar ambas estimaciones de manera más equitativa, dado que considera la mejora relativa de cada coeficiente de determinación respecto al otro. Este enfoque, expresado en la ecuación (44), busca:

$$\text{Max} \{R^2_1 * R^2_2\} \quad (44)$$

Se presentan los resultados del modelo de ecuaciones estructurales para cada una de estas medidas de bondad de ajuste.

a) Maximización de la suma de los coeficientes de determinación

$$Y_i = 98,02 - 1,12X_{1i} + 2,70X_{2i} - 0,55X_{3i} + 0,22X_{4i} - 0,28X_{5i} + 1,49X_{6i} + 3,62X_{7i} - 0,01X_{8i}$$

$$\widehat{Z}_{1i} = -7,88 + 0,08Y_i$$

$$\widehat{Z}_{2i} = -12,14 + 0,30Y_i$$

Con coeficientes de determinación  $R^2_{Ec1} = 0,62$  y  $R^2_{Ec2} = 0,34$ .

b) Maximización del producto de los coeficientes de determinación

$$Y_i = 93,32 - 1,33X_{1i} + 2,62X_{2i} - 0,59X_{3i} + 0,35X_{4i} - 0,24X_{5i} + 1,18X_{6i} + 3,51X_{7i} - 0,01X_{8i}$$

$$\widehat{Z}_{1i} = -7,80 + 0,08Y_i$$

$$\widehat{Z}_{2i} = -12,54 + 0,32Y_i$$

Con coeficientes de determinación  $R^2_{Ec1} = 0,59$  y  $R^2_{Ec2} = 0,36$ .

En el caso de la aplicación de un modelo de ecuaciones no es necesaria una segunda etapa en que se realicen modelos de regresión lineal simple, como en los modelos anteriores -ecuaciones (7) y (8), y ecuaciones (4) y (5)-, debido a que este modelo considera internamente esos ajustes en las ecuaciones (41) y (42).

Por otro lado, tampoco se requiere hacer una transformación lineal de los polinomios obtenidos para ajustarlos al intervalo (0,100), dado que dicho ajuste se puede incluir como restricciones adicionales al modelo debido a los grados de libertad que presenta la variable latente  $Y$ . Estas restricciones adicionales solo ajustan la variable  $Y$  al intervalo especificado, pero no tienen ningún efecto sobre la bondad de ajuste de los modelos.

Para agregar la nueva restricción solo se deben tener en cuenta el signo de los parámetros  $\gamma_i$  en el modelo anterior, es decir, la forma en que se correlaciona cada una de las variables de entrada con la variable

latente  $Y$ . Pero dado que la variable  $Y$  se correlaciona positivamente con las variables de deserción y tiempo de titulación, dichos signos se deben invertir para ser consistentes con la definición del indicador en sus valores extremos (0: mayor vulnerabilidad, 100: menor vulnerabilidad).

Lo anterior se debe a que al ser  $Y$  una variable libre en el modelo de ecuaciones estructurales, podría correlacionarse positiva o negativamente con las variables  $Z$ , sin afectar la medida de ajuste del modelo. Al correr los modelos, la variable  $Y$  se correlacionó positivamente con las variables  $Z_i$ , es decir, a mayor valor de  $Y$ , mayor la deserción y el tiempo de titulación estimado. Por ello, los signos en la ecuación (45) se multiplicaron por (-1) para invertir esa correlación y asociar el valor 0 del indicador a una mayor vulnerabilidad académica, y el valor 100 a la menor vulnerabilidad. Una vez más, estas transformaciones lineales no tienen ningún efecto sobre la bondad de ajuste del modelo.

**Tabla 14**  
**Información para la obtención de un indicador ajustado**

Variable independiente (X)	Rango		Correlación X con Y	Menor caso		Mayor caso	
	Min	Max		Extremo	Valor <sup>1</sup>	Extremo	Valor <sup>2</sup>
X <sub>1</sub> : Colegio	1	3	+	Inferior	1	Superior	3
X <sub>2</sub> : Género	1	2	-	Superior	2	Inferior	1
X <sub>3</sub> : Ingreso bruto familiar	1	12	+	Inferior	1	Superior	12
X <sub>4</sub> : Educación padre	0,2	8,2	-	Superior	8,2	Inferior	0,2
X <sub>5</sub> : Educación madre	0,2	8,2	+	Inferior	0,2	Superior	8,2
X <sub>6</sub> : Situación ocupacional padre	1	3	-	Superior	3	Inferior	1
X <sub>7</sub> : Situación ocupacional madre	1	3	-	Superior	3	Inferior	1
X <sub>8</sub> : Puntaje PSU matemáticas	150	850	+	Inferior	150	Superior	850

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la información de la Tabla 14 se construyen las ecuaciones (45) y (46) que se agregan al modelo de ecuaciones estructurales. La ecuación (45) se construye fijando las variables  $X_i$  en su valor menos favorable (columna Valor<sup>1</sup>). Además, el signo de los valores de la ecuación debe ser acorde a la correlación deseada con el Indicador de Vulnerabilidad Académica, para que al peor caso se asigne el valor 0 en el indicador y al mejor caso se asigne el valor 100.

$$0 = \gamma_0 + \gamma_1 1 - \gamma_2 2 + \gamma_3 1 - \gamma_4 8,2 + \gamma_5 0,2 - \gamma_6 3 - \gamma_7 3 + \gamma_8 150 \quad (45)$$

La ecuación (46) se construye fijando las variables  $X_i$  en su valor más favorable (columna Valor<sup>2</sup>), según se observa en la Tabla 14, con los mismos signos de la ecuación (45).

$$100 = \gamma_0 + \gamma_1 3 - \gamma_2 1 + \gamma_3 12 - \gamma_4 0,2 + \gamma_5 8,2 - \gamma_6 1 - \gamma_7 1 + \gamma_8 850 \quad (46)$$

Para los dos modelos se utilizan las mismas ecuaciones -suma o producto de los coeficientes de determinación-, ya que en ambos se presentan las correlaciones equivalentes con la variable latente.

La ecuación (45) es equivalente a agregar en la muestra un estudiante ficticio de peor caso, en el que todas sus variables de entrada toman los peores valores al igual que sus variables de rendimiento. A este caso extremo el modelo le asignará al Indicador de Vulnerabilidad un valor cero. La ecuación (46) es equivalente a agregar un estudiante de mejor caso y obligar al modelo a asignarle a dicho estudiante un Indicador de Vulnerabilidad de valor 100 -mínima vulnerabilidad-. De esta manera, se ajusta el rango y la correlación deseada para la variable latente que pasa a ser directamente el Indicador de Vulnerabilidad Académica.

### IV.3.3. Comparación y selección

La Tabla 15 presenta un resumen de los resultados obtenidos por los diversos modelos. A saber, en cada modelo se construye un polinomio que permite obtener los Indicadores de Vulnerabilidad Académica de cada estudiante. La calidad del Indicador se evalúa a través de la bondad de ajuste del modelo de regresión lineal simple que utiliza esa sola variable para estimar cada una de las variables de rendimiento académico -deserción y tiempo de titulación-. La Tabla 15 contiene tanto los coeficientes de determinación de cada modelo lineal simple, como su valor porcentual en relación al valor de referencia obtenido a partir de

los modelos de regresión lineal múltiple para cada variable dependiente por separado.

**Tabla 15**  
***Bondad de ajuste de los modelos propuestos***

Modelo	Deserción		Tiempo de titulación	
	R <sup>2</sup>	%	R <sup>2</sup>	%
<b>Modelos de base</b>				
Regresión lineal para la deserción	0,65	100	—	—
Regresión lineal para el tiempo de titulación	—	—	0,40	100
<b>Modelos basados en regresión lineal (con solo una variable dependiente)</b>				
Polinomio de deserción	0,65	100	0,22	55
Polinomio de tiempo de titulación	0,39	60	0,40	100
<b>Modelos integradores (con dos variables dependientes)</b>				
Polinomio usando correlaciones canónicas	0,64	98	0,30	75
Polinomio usando ecuaciones estructurales				
Con <i>test</i> de bondad de ajuste R <sup>2</sup> <sub>1</sub> + R <sup>2</sup> <sub>2</sub>	0,62	94	0,34	85
Con <i>test</i> de bondad de ajuste R <sup>2</sup> <sub>1</sub> + R <sup>2</sup> <sub>2</sub>	0,59	90	0,35	90

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó previamente, construir un indicador de vulnerabilidad a partir de solo una variable de rendimiento académico, deserción o tiempo de titulación, presenta una seria debilidad -baja bondad de ajuste- cuando es utilizado para explicar el comportamiento de otra variable; lo cual limitaría seriamente el uso de este indicador.

Al observar los modelos integradores, vemos que todos ellos presentan resultados considerablemente mejores a los modelos basados en regresión lineal, ya que tienen una buena bondad de ajuste -en términos relativos a los valores base- para explicar cada una de las variables de rendimiento académico (Tabla 15). La diferencia entre los tres modelos propuestos radica principalmente en que cada uno de ellos puede tender a favorecer más el ajuste de una variable en desmedro de la otra.

El polinomio basado en la técnica de correlaciones canónicas logra una bondad de ajuste del 98% para estimar la deserción, respecto del valor base del coeficiente de determinación que es de 0,65. Sin embargo, dicha bondad de ajuste baja, en términos relativos, a un 75% cuando el polinomio se usa para estimar el tiempo de titulación.

Los polinomios contruidos basados en la técnica de ecuaciones estructurales son más robustos ya que aprovechan bien la información disponible para estimar cada una de las variables de desempeño académico. Cuando la función objetivo busca maximizar la suma de los coeficientes de determinación, el porcentaje de bondad de ajuste, al estimar la deserción y el tiempo de titulación, son de 94% y 85%, respectivamente, mejorando significativamente la variable tiempo de titulación respecto de los modelos anteriores. Otra ventaja de las técnicas basadas en ecuaciones estructurales es que no requieren una segunda etapa de transformación lineal para ajustar los resultados a un intervalo (0, 100), y facilitan la interpretación del Indicador de Vulnerabilidad Académica dado que a estos modelos se les puede incluir este ajuste como una ecuación del mismo, sin afectar la bondad del ajuste.

Por su parte, cuando la función objetivo busca maximizar el producto de los coeficientes de determinación, el porcentaje de bondad de ajuste al estimar la deserción y el tiempo de titulación son del 90% cada una; es decir, esta técnica busca estimar lo mejor posible ambas medidas, sin potenciar una en desmedro de la otra.

Por lo anterior, desde el punto de vista de la robustez del Indicador de Vulnerabilidad Académica para estimar diversas medidas de desempeño, la técnica de ecuaciones estructurales con maximización del producto de los coeficientes de determinación es la que presenta los mejores resultados, levemente superiores a los obtenidos con el otro modelo de ecuaciones estructurales.

Sin embargo, desde el punto de vista de la complejidad del modelo matemático para obtener los polinomios, es más simple el modelo basado en ecuaciones estructurales que maximiza la suma de los coeficientes de determinación. La razón es que cada coeficiente de determinación es, en sí mismo, una función de grado dos. La suma de dos coeficientes de determinación seguirá siendo una función de grado dos, sin embargo, el producto de ellos será una función de grado cuatro. Esto presenta un desafío mayor para las técnicas de optimización.

Si en una aplicación futura se quisieran usar 3 variables de rendimiento académico para construir un Indicador de Vulnerabilidad Académica (incorporando, por ejemplo, la titulación oportuna), el método de suma de los coeficientes de determinación seguiría teniendo una función a optimizar de grado dos, mientras el modelo que usa el producto de los coeficientes implicaría maximizar una función de grado 6.

Finalmente, considerando tanto la robustez como la complejidad del modelo, la recomendación de este estudio es construir un Polinomio de Vulnerabilidad Académica basado en un modelo de ecuaciones estructurales donde se busque maximizar la suma de los coeficientes de determinación de las variables dependientes.

#### **IV.4. Mecanismo para alinear el modelo a políticas públicas específicas**

Como se ha visto con los últimos modelos presentados de ecuaciones estructurales, se han estimado los parámetros que conectan las variables observadas -datos del perfil de ingreso de los estudiantes- con la variable latente -Indicador de Vulnerabilidad Académica-. A dichos parámetros se los denomina libres, pues pueden tomar cualquier valor según el objetivo que se desea lograr. Sin embargo, puede existir el caso en que el usuario conozca, intuya o desee forzar el valor que debería tomar cierto parámetro, o determinar un rango para el mismo. En dicha situación podría establecerlo y, por lo tanto, dicho parámetro pasa a ser un parámetro fijo o acotado, según sea el caso.

Dicho lo anterior, el modelo como concepto puede ser usado como una herramienta que ayude a generar políticas públicas enfocadas en la misión y visión del Estado chileno en relación al desarrollo del país y, en especial, en la consideración de la equidad e inclusión como uno de los ejes principales de las políticas de educación. Lo mencionado está estrechamente relacionado con el objetivo que persigue este estudio y es apoyar a la educación con herramientas que permitan valorar en su justa medida los esfuerzos que realizan ciertas universidades en apoyo de sus estudiantes más desfavorecidos.

¿Cómo hacerlo? La herramienta apoya la gestión pública en el manejo de ciertos elementos que permitan la toma de decisiones para los sectores más desfavorecidos, usando el hecho que ciertos parámetros puedan tomar solamente valores dentro de un cierto rango o de-rechamente, un solo valor. Esto, para un conjunto de parámetros asociados a ciertas variables o características de los estudiantes. Algunos ejemplos son:

- Fijar un valor alto al parámetro del ingreso bruto familiar consecuente con la importancia que el Estado le da a esa variable en las políticas públicas.
- Determinar que los parámetros asociados a la educación de los padres fueran negativos -a mayor nivel de educación, menor vulnerabilidad- para políticas que busquen favorecer a los estudiantes de primera generación en la universidad.
- Fijar el total de parámetros asociados al rendimiento académico -NEM y PSU- no ponderara más de un cierto valor -por ejemplo 30%- del total de los parámetros, si se quiere que el indicador se construya principalmente en base a las características socioeconómicas de los estudiantes -y no a las académicas, aunque éstas fueran un mejor predictor del éxito académico-.

Una vez más los modelos basados en ecuaciones estructurales son muy adecuados para hacer estos cambios, solo basta con agregar una restricción adicional. En particular, si se quiere establecer el signo de un parámetro, simplemente se agregan ecuaciones de la forma siguiente:

$$\gamma_2 \geq 0 \text{ o } \gamma_5 \leq 0$$

Si el objetivo es fijar el valor de un parámetro, la suma de un conjunto de ellos o un rango específico será necesario hacer un cambio en los datos más que en el modelo.

En cualquier modelo multivariante los parámetros que se asocian a los variables independientes dependen de las unidades de la variable. Un cambio en la unidad para una misma variable -por ejemplo, contar el tiempo en meses u años, medir ingresos en pesos o en Unidades de Fomento (UF), entre otros- tendrá una repercusión en los parámetros que se ajusten. Dado que cada variable de entrada puede tener unidades distintas, los parámetros asociados a distintas variables

no son comparables en su magnitud. En términos simples se podría decir que un mayor valor del parámetro asociado a una variable independiente no implica que dicha variable sea más relevante en la construcción del estimador de la variable dependiente, ya que los valores de los parámetros se pueden afectar cambiando la escala o la unidad de medida de la variable asociada.

Para hacer que los valores de los parámetros sean comparables entre sí, es necesario llevar todas las variables a un rango común. Es decir, hacer una transformación sobre las variables independientes para que el menor y mayor valor de cada una de ellas sea el mismo. Por ejemplo, la siguiente transformación sobre cada una de las variables llevará a cada variable al rango (0, 1):

$$X_{ij} = \left( \frac{X_{ij} - X_{i \min}}{X_{i \max} + X_{i \min}} \right)$$

Donde:

$X_{ij}$  representa la j-ésima observación de la variable  $X_i$ .

$X_{i \min}$  representa el valor mínimo de la variable  $X_i$ .

$X_{i \max}$  representa el valor máximo de la variable  $X_i$ .

$X_{ij}$  representa la j-ésima observación de la variable  $X_i$  transformada.

Después de hacer estas transformaciones al modelo basado en ecuaciones estructurales, donde la variable latente se ajustó al intervalo (0, 100), los valores de los parámetros no solo serán comparables, sino que ellos serán todos positivos y sumarán 100 -que corresponde a la longitud del rango al cual se ajustó la variable latente  $Y$ -. Esto da, además, una interpretación muy simple al valor de cada parámetro  $\gamma_i$ , ya que este valor representa el aporte porcentual de la variable  $X_i$  a la construcción del Indicador de Vulnerabilidad Académica. Con esto resulta muy simple agregar restricciones asociadas al peso relativo que se desea que tenga una variable o un conjunto de ellas en el Polinomio.

A modo de ejemplo, se agregarán las siguientes restricciones:

- $\gamma_4 \geq 0$  e  $\gamma_5 \geq 0$ , para asegurar que los parámetros asociados a las variables educación del padre y educación de la madre, respectivamente, sean positivos. Esto sería útil si se quiere implantar una política pública que favorezca a los estudiantes que son primera generación en la universidad.
- $\gamma_8 = 20$ , para definir el peso relativo que tendrá en el indicador la variable PSU de matemáticas, respecto a las variables socioeconómicas. Si se tuvieran un conjunto de variables asociadas a la PSU, se podría agregar la restricción que la suma de ellas fuera igual a cierto valor, para definir la importancia relativa de ellas en conjunto.

Al agregar estas restricciones y hacer los cambios respectivos al modelo basado en ecuaciones estructurales donde se minimizó la suma de los coeficientes de determinación, se obtuvo el siguiente Polinomio de Vulnerabilidad Académica:

$$Y_i = 45,14 + 7,23X_{1i} + 9,3X_{2i} + 20,44X_{3i} + 7,2X_{5i} + 9,95X_{6i} + 25,89X_{7i} + 20,0X_{8i}$$

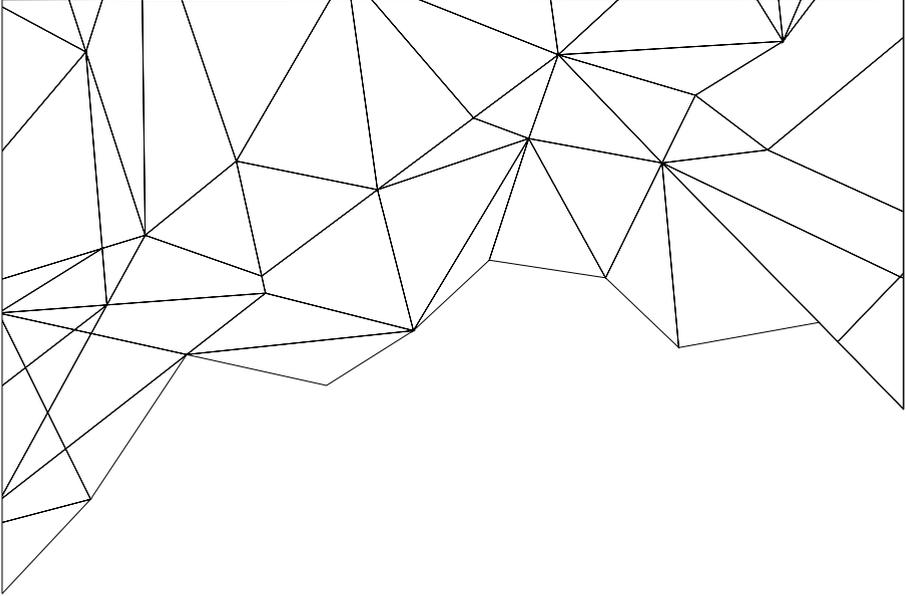
Con lo cual se obtuvieron valores para los coeficientes de determinación de  $R^2_{Ec1} = 0,62$  y  $R^2_{Ec2} = 0,33$ , levemente inferiores en conjunto a los valores obtenidos sin estas restricciones adicionales (que eran de 0,62 y 0,34, respectivamente).

Finalmente, al agregar estas restricciones y hacer los cambios respectivos al modelo basado en ecuaciones estructurales donde se maximizó el producto de los coeficientes de determinación, se obtuvo el siguiente Polinomio de Vulnerabilidad Académica:

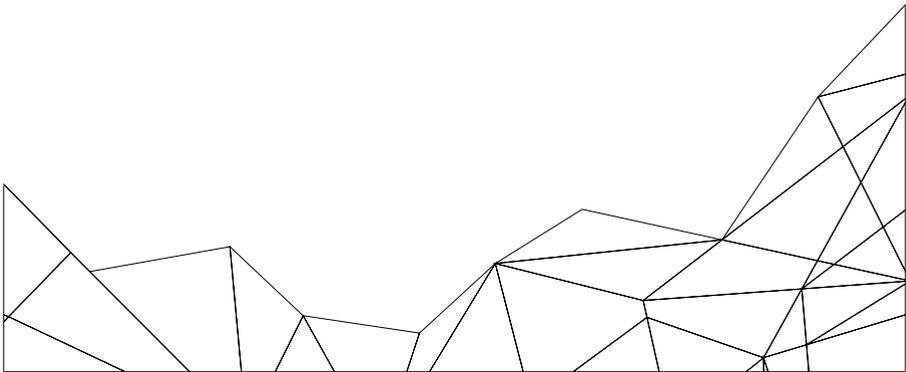
$$Y_i = 43,72 + 8,86X_{1i} + 9,29X_{2i} + 22,36X_{3i} + 5,06X_{5i} + 7,45X_{6i} + 26,98X_{7i} + 20,0X_{8i}$$

Con ello se obtuvieron valores para los coeficientes de determinación de  $R^2_{Ec1} = 0,60$  y  $R^2_{Ec2} = 0,34$ , lo cual es equivalente en conjunto a los valores obtenidos sin estas restricciones adicionales (que eran de 0,59 y 0,35, respectivamente).

En ambos casos, el parámetro asociado a la variable  $X_4$  se hizo cero ya que, en la muestra de datos considerada, la correlación era contraria a la especificada. Al exigir que el parámetro asociado fuera positivo, el método fija dicho parámetro a cero para no disminuir la bondad de ajuste del modelo.



**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES**





La agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible compromete a los países a asegurar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad incluida la enseñanza universitaria. Pese a los avances que se han verificado en Chile en este ámbito, las desigualdades en acceso y logro educativo persisten sobre todo a partir de un sistema escolar que durante décadas ha generado incentivos para la segregación socioeconómica y, por esa vía, para atar el logro educativo al origen de los estudiantes.

Se genera entonces un problema de justicia educacional que, en las diferentes aristas de las políticas públicas de educación, es necesario considerar bajo un imperativo ético. En el ámbito del aseguramiento de la calidad se requiere que los criterios y estándares atiendan al perfil predominante de los estudiantes puesto que las condiciones de educabilidad no son las mismas en todas las instituciones y carreras. A la vez, es necesario contar con mecanismos que objetiven este discernimiento. Esta investigación ha buscado ser un aporte en esa línea.

La expansión de la educación superior chilena en las últimas décadas se ha caracterizado por la preeminencia de la oferta privada, predominio del subsidio a la demanda en el financiamiento y baja capacidad de regulación estatal. Surgen dos campos de acción y debate que se explican por el mismo fenómeno expansivo: el movimiento del aseguramiento de la calidad y la preocupación por las desigualdades de acceso, permanencia y logro educativo. Se hace necesaria la definición de criterios y estándares de calidad que permitan gobernar sistemas de educación superior de diversidad y complejidad crecientes, situación de la que se hace cargo la recientemente aprobada Ley N° 21.091 sobre educación superior. Al tiempo, existe una creciente conciencia de la necesidad de redoblar los esfuerzos por democratizar de manera más efectiva el acceso a estudios superiores de calidad y relevancia, lo que en el caso chileno tiene un hito con la política de gratuidad que existe desde el año 2016 y que fue recogida por la misma Ley N°21.091.

En una plataforma institucional que es diversa, las universidades chilenas tienen estudiantes con características diferentes. Mientras que en las más selectivas predominan aquellos que provienen de familias de altos ingresos y rendimientos escolares previos comparativamente superiores, en aquellas que lo son menos, la matrícula se caracteriza mayoritariamente por estudiantes provenientes de familias de más bajos ingresos y menores rendimientos escolares previos. Cabe destacar que el primer grupo de universidades está situada en la Región Metropolitana y en el segundo grupo predominan las universidades regionales.

Al momento del ingreso a la educación superior se patentizan las profundas desigualdades de la sociedad chilena y de su sistema educativo. De esta forma, el establecimiento de criterios y estándares de eficiencia educativa en el marco de la función de aseguramiento de la calidad, debe partir por considerar este hecho y, en consecuencia, atender de manera explícita al perfil de ingreso real predominante en cada institución de educación superior, dado que hay instituciones que deben realizar un esfuerzo significativamente mayor en equalizar las condiciones de educabilidad de sus estudiantes para que se beneficien realmente de las oportunidades abiertas. En términos concretos, esto significa que los indicadores de retención y progresión estudiantil deben juzgarse a la luz del perfil particular de estudiantes de cada contexto.

Los sistemas actuales para la generación de políticas públicas y para el aseguramiento de la calidad de la educación superior, no disponen de una métrica que les permita identificar objetivamente a los grupos de mayor vulnerabilidad, o clasificar a los estudiantes en base a algún indicador de vulnerabilidad, en función de sus características (socioeconómicas y académicas) al momento de ingresar a la universidad.

Dicha información permitiría, por ejemplo, evaluar los principales indicadores de formación académica de un programa de estudios, a la luz de la composición (en términos de vulnerabilidad) de los estudiantes que recibe.

A partir de este problema, esta investigación tuvo por objetivo aportar una metodología para construir un Indicador de Vulnerabilidad Académica que sea único a nivel nacional y que sirva como un insumo,

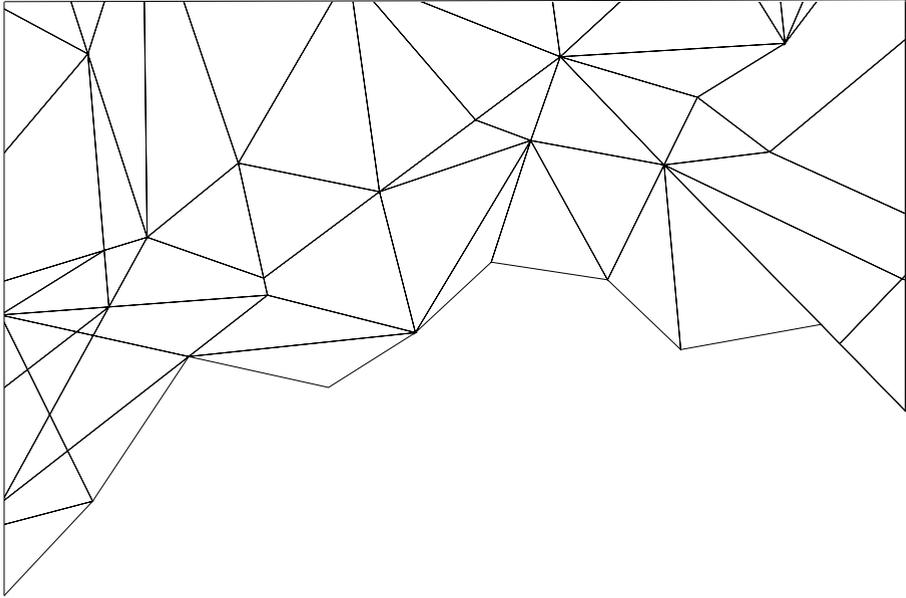
tanto para políticas públicas como para los procesos de acreditación de instituciones y programas. En rigor, la metodología aporta un polinomio que, en función de las características de un estudiante que ingresa -o postula a la universidad-, permite asociar un Indicador de Vulnerabilidad Académica a dicho estudiante. Esto, a su vez, permite evaluar con objetividad el comportamiento de los indicadores de retención y progresión estudiantil, en el contexto del perfil predominante de estudiantes de una institución y/o programa, puesto que se viabiliza el establecimiento de líneas de base -valores esperados- contra los cuales se pueden evaluar los valores reales que exhibe un programa o institución.

La metodología necesita de la información que el sistema actual no dispone de manera integrada. Sin embargo, se vislumbra que esta situación debería cambiar favorablemente. En la Ley N°21.091 sobre educación superior, SIES queda bajo dependencia de la Subsecretaría de Educación Superior. Al mismo tiempo, tanto este organismo, como la Superintendencia de Educación Superior están facultadas para solicitar a las universidades la información necesaria para el cumplimiento de los fines que les son propios. Por otra parte, la Ley establece un sistema de acceso a la educación superior a cargo de la Subsecretaría. Este organismo, necesariamente, deberá recopilar todos los antecedentes de oferta académica anual de las universidades y de los postulantes, tarea que hoy cumple DEMRE para un subconjunto de universidades y carreras. En conclusión, en breve tiempo, la Subsecretaría de Educación Superior dispondrá de toda la información que se requiere para llevar a cabo esta propuesta, para el conjunto de la educación superior chilena y no sólo para un sector de la misma.

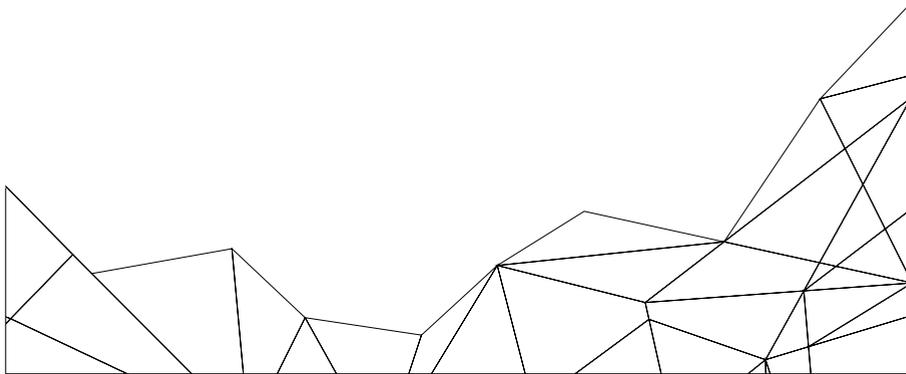
Para concluir, el estudio permite determinar los siguientes elementos:

- De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, los registros del DEMRE permiten determinar el perfil de ingreso medio en una carrera e institución particular de manera predominante.
- En base a lo anterior se tomó la decisión que las variables a utilizar son: dependencia administrativa del colegio, género, ingreso bruto familiar, escolaridad de los padres, situación ocupacional de los padres, puntaje PSU.

- Se desarrollaron tres tipos de metodologías para la construcción del Polinomio de Vulnerabilidad Académica, aquellas basadas en: regresión lineal, correlaciones canónicas y ecuaciones estructurales.
- Se concluye, del análisis crítico y comparativo, que la metodología más adecuada para construir un Polinomio de Vulnerabilidad Académica, considerando tanto la robustez como la complejidad del modelo, es aquella que se basa en un modelo de ecuaciones estructurales, donde se busque maximizar la suma de los coeficientes de determinación de las variables dependientes.
- Se concluye que el Polinomio de Vulnerabilidad Académica propuesto sí puede utilizarse como un insumo para la generación de políticas públicas específicas con foco en la equidad. Se mostró el uso del Polinomio a través de un ejemplo ilustrado en la investigación.
- Se recomienda el uso de esta metodología para la generación y evaluación de políticas públicas de educación superior con foco en la equidad.
- También se visualiza el uso por parte de los pares evaluadores en los procesos de acreditación de la calidad de instituciones de educación superior y programas, con el fin de proporcionar un criterio objetivo de ponderación de los indicadores de retención y progresión académica.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**





- Alegre, O. & Villar,. (2018). Indicadores De Resultados Universitarios: Un Estudio De Métodos Mixtos. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(7), 103. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n7p103>
- Arum, R., Gamoran, A. & Shavit, Y. (2007). More inclusion than diversion: Expansion, differentiation, and market structure in higher education. *Stratification in Higher Education: A Comparative Study*, 1–35.
- Aspeé, J. E., González, J. A. & Cavieres-Fernández, E. A. (2018). El compromiso estudiantil en educación superior como agencia compleja. *Formación Universitaria*, 11(4), 95–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000400095>
- Attinasi, L. C. (1986). Getting in: Mexican American Students' perceptions of their college-going behavior with implications for their freshman year persistence in the University. *ASHE, 1986 Annual Meeting Paper. San Antonio, TX, EE. UU.* (ERIC N.o 268 869).
- Ayala, M. C., Castro, C., Fernández, V., Gallardo, G., Jouannet, C. & Moreno, K. (2013). Inclusión, acogida y apoyo hacia los estudiantes desde las instituciones de educación superior. In M. E. Irigoin Barrene, R. del Valle Martin, & M. C. Ayala Reyes (Eds.), *Acceso Y Permanencia En La Educación Superior: Sin apoyo no hay oportunidad* (AEQUALIS, pp. 145–178). Santiago, Chile.
- Barrios, A. (2018). Admisión universitaria: el caso del puntaje ranking y la retención de los beneficiados - Centro de Estudios Públicos. (150). Retrieved from <https://www.cepchile.cl/cep/site/artic/20180712/pags/20180712113009.html>
- Bellei, C. (2015). El gran experimento. Mercado y privatización de la educación chilena. *LOM Ediciones*.
- Berger, J. B. (2001). Understanding the Organizational Nature of Student Persistence: Empirically-Based Recommendations for Practice. *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice*, 3(1), 3–21. <https://doi.org/10.2190/3k6a-2rec-gju5-8280>
- Berger, J. B. & Milem, J. (2000). Organizational behavior in higher education and student outcomes. In *HIGHER EDUCATION-NEW YORK-AGATHON PRESS INCORPORATED* (pp. 268–338). Agathon Press.
- Braxton, J. M., Sullivan, A. & Johnson, R. . (1997). Appraising Tinto's theory of college student departure. In *HIGHER EDUCATION-NEW YORK-AGATHON PRESS INCORPORATED* (Vol. 12, pp. 107–164). Agathon Press.

- Brighouse, H. (2004). What's wrong with privatising schools? *Journal of Philosophy of Education*, 38(4), 617–631. <https://doi.org/10.1111/j.0309-8249.2004.00408.x>
- Brunner, J. J. (2015). Medio siglo de transformaciones de la educación superior chilena: Un estado del arte. *La Educación Superior de Chile: Transformación, Desarrollo y Crisis*, 21–107.
- Brunner, J. J. & Uribe, D. (2007). *Mercados universitarios: el nuevo escenario de la educación superior*. ediciones universidad Diego Portales Santiago.
- Cabrera-Murcia, P. (2017). ¿Cómo diseñar ayudantías que favorezcan el aprendizaje activo de los estudiantes tutorados?: La percepción del ayudante universitario. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 47–62.
- Canales, A. & De los Ríos, D. (2007). Factores explicativos de la deserción universitaria. *Calidad en la Educación*, (26), 173–201.
- Carrasco, A. (2014). Selección de estudiantes y desigualdad educacional en Chile: ¿qué tan coactiva es la regulación que la prohíbe? Proyecto FONIDE N: 711286. *Santiago de Chile: MINEDUC*.
- Carvajal, C. M., González, J. A. & Tassara, C. A. (2018). Sobre-duración : una Aproximación Cuantitativa Over-duration : A Quantitative Approach, 11(3), 19–28.
- Carvajal, C. M., González, J. A. & Sarzoza, S. J. (2018). Variables Sociodemográficas y Académicas Explicativas de la Deserción de Estudiantes en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Playa Ancha (Chile). *Formacion Universitaria*, 11(2), 3–12.
- Casanova, D. (2007). Deserción en la universidad: una forma oculta de discriminación social. *XXVI Congreso de La Asociación Latinoamericana de Sociología*.
- Casanova, D. (2015, November). *Entre el pago y el mérito : admisión estudiantil e inclusión social en las universidades Chilenas* (Doctoral Thesis).
- Castillo, R. F. & Venegas, M. (2017). Escuela de tutores; un modelo de formación de estudiantes pares para la retención y desarrollo de competencias genéricas inserto curricularmente en el proceso de formación integral. en *Congresos CLABES*.

- Cifuentes Orellana, M. B., Munizaga Mellado, F. R. & Mella Luna, J. (2017). Más tiempo para aprender: Evidencias para aportar al debate sobre equidad, inclusión y gratuidad de la Educación Superior a partir de resultados de dispositivos de nivelación matemática. *Pensamiento Educativo: Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 54(1), 1–15. <https://doi.org/10.7764/PEL.54.1.2017.1>
- Cupani, M. (2012). Análisis de Ecuaciones Estructurales: conceptos, etapas de desarrollo y un ejemplo de aplicación. *Revista Tesis*, 1, 186–199. Retrieved from <http://www.revistas.unc.edu.ar/index.php/tesis/article/download/2884/2750>
- De La Rosa, O. M. A. & Angulo, L. M. V. (2018). Indicadores De Resultados Universitarios: Un Estudio De Métodos Mixtos. *European Scientific Journal, ESJ*, 14(7), 103. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n7p103>
- Díaz, C. (2008). Modelo Conceptual Para La Deserción Estudiantil Universitaria Chilena. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 34(2), 65–86. <https://doi.org/10.4067/s0718-07052008000200004>
- Díaz, C. J. (2009). Factores de deserción estudiantil en ingeniería: Una aplicación de modelos de duración. *Información Tecnológica*, 20(5), 129–145. <https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4095it.08>
- Donoso, S. & Schiefelbein, E. (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://doi.org/10.4067/s0718-07052007000100001>
- Durkheim, E. (2000) *El suicidio*, México, Ediciones Coyoacán.
- Duarte, J., Bos, M. S., Moreno, M. & Morduchowicz, A. (2013). Equidad en los aprendizajes escolares en Chile: Tendencias 1999-2011.
- Espinoza, O., González, L. E., Uribe, D., Castillo, D., González, S. & López, J. (2008). Socio Economic Student's Profile that Access to Higher Education in Chile (1990–2003). *Estudios Pedagógicos*, 34(1), 27–39. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052008000100002>
- Ethington, C. A. (1990). A psychological model of student persistence. *Research in Higher Education*, 31(3), 279–293. <https://doi.org/10.1007/BF00992313>
- Fernández, E. (2015). Políticas públicas de educación superior desde 1990 hasta el presente. *La Educación Superior de Chile. Transformación, Desarrollo y Crisis*, 173–217.

- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). Attitudes toward objects as predictors of simple and multiple behavioral criteria. *Psychological Review*, 81(1), 59–74.
- Fry, H., Ketteridge, S. & Marshall, S. (2008). *A handbook for teaching and learning in higher education: Enhancing academic practice* (3rd ed.). New York: Routledge.
- Gallardo, G., Lorca, A., Morrás, D. & Vergara, M. (2014). Experiencia de transición de la secundaria a la universidad de estudiantes admitidos en una universidad tradicional chilena (CRUCH) vía admisión especial de carácter inclusivo. *Pensamiento Educativo: Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, 51(2), 135–151. <https://doi.org/10.7764/pel.51.2.2014.10>
- Gallegos, J. A., Campos, N. A., Canales, K. A. & González, E. N. (2018). Factores Determinantes en la Deserción Universitaria. Caso Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Católica de la Santísima Concepción (Chile). *Formación Universitaria*, 11(3), 11–18. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062018000300011>
- García-Huidobro, J. E. & Bellei, C. (2003). Desigualdad educativa en Chile. *Santiago: Universidad Alberto Hurtado*, 62.
- Goastellec, G. (2010). *Understanding inequalities in, through and by higher education*. (G. Goastellec, Ed.). Rotterdam ; Boston: Sense.
- 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, 947. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2017.v28.n3.51492](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n3.51492)
- Gradstein, M. & Nikitin, D. (2004). *Educational Expansion: Evidence and Interpretation*. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-3245>
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. (1999). *Análisis Multivariante*. Madrid, España. Pearson Prentice Hall.
- Henríquez, N. & Escobar, D. (2016). Construcción de un modelo de alerta temprana para la detección de estudiantes en riesgo de deserción de la universidad metropolitana de ciencias de la educación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 21(71), 1221–1248.

- Himmel, E. K. (2002). Deserción Estudiantil En La Educación Superior. *Calidad En La Educación*, 17, 91–108. <https://doi.org/https://doi.org/10.31619/caledu.n17.409>
- Hojas, A. M., Anais, M. J., Bustos, A., Letelier, C. & Zuzulich, S. (2012). Requerimientos académicos en estudiantes universitarios: El camino recorrido por el centro de apoyo al rendimiento académico y de exploración vocacional de la UC. *Calidad En La Educación*, (36), 249–263. <https://doi.org/10.4067/S0718-45652012000100009>
- Jarpa-Arriagada, C. G. & Rodríguez-Garcés, C. (2017). Segmentación y exclusión en Chile: El caso de los Jóvenes Primera Generación en Educación Superior. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 15(1), 327–343. <https://doi.org/10.11600/1692715x.1512028032016>
- Johnstone, D. B. (1998). *The financing and management of higher education: A status report on worldwide reforms*. World Bank Washington, DC.
- Jury, M., Smeding, A., Stephens, N. M., Nelson, J. E., Aelenei, C., Darnon, C. & SES. (2017). The experience of low-SES students in higher education: Psychological barriers to success and interventions to reduce social-class inequality. *Journal of Social Issues*, 73(1), 23–41. <https://doi.org/10.1111/josi.12202>
- Kuh, G. D. (2002). Organizational Culture and Student Persistence: Prospects and Puzzles. *Journal of College Student Retention*, 3(1), 23–39. <https://doi.org/10.2190/u1rn-c0uu-wxrv-0e3m>
- Larroucau de Magalhaes-Calvet, T. (2016). Estudio de los factores determinantes de la deserción en el sistema universitario chileno. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, 1(0), 1–40. <https://doi.org/10.5354/0719-6296.2015.38351>
- Lemaitre, M. J. (2015). Aseguramiento de la calidad: Una política y sus circunstancias. *La Educación Superior de Chile: Transformación, Desarrollo y Crisis*, 297–343.
- Lucas, S. R. (2001). Effectively maintained inequality: Education transitions, track mobility, and social background effects. *The American Journal of Sociology*, 106(6), 1642–1690.
- Manzano, A. P. (2017). Introducción a los modelos de ecuaciones estructurales. *Metodología de Investigación En Educación Médica*, 7(25), 67–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.riem.2017.11.002>

- Manzi, J. & Santelices, M. V. (2018). Acceso y retención en la educación superior: dilemas y propuestas para avanzar en equidad. In I. Sánchez (Ed.), *Ideas en educación II. Definiciones en tiempos de cambio* (p. 38).
- Marginson, S. (2004). Competition and markets in higher education: A 'Glo-nacal' Analysis. *Policy Futures in Education*, 2(2), 175–244. <https://doi.org/10.2304/pfie.2004.2.2.2>
- Marginson, S. (2011). Equity, status and freedom: A note on higher education. *Cambridge Journal of Education*, 41(1), 23–36. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2010.549456>
- Ministerio Desarrollo Social. (2015). Encuesta CASEN 2015. Resultados Educación. Retrieved from [http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/CASEN\\_2015\\_Resultados\\_educacion.pdf](http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/CASEN_2015_Resultados_educacion.pdf)
- Miranda, M. A. & Guzmán, J. (2017). Análisis de la deserción de estudiantes universitarios usando técnicas de minería de datos. *Formación Universitaria*, 10(3), 61–68. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062017000300007>
- Mizala, A. & Romaguera, P. (2000). *Determinación de factores explicativos de los resultados escolares en educación media en Chile*.
- Muñoz Montes, M. M. & Marín Catalán, R. (2018). Programa de inclusión en Educación Superior: experiencias de estudiantes en la Facultad de Medicina. *Pensamiento Educativo*, 55(1).
- Orellana, V. (2011). Nuevos estudiantes y tendencias emergentes en la educación superior. *Nueva Geografía de La Educación Superior. Santiago: Foro Aequalis-Universidad San Sebastián*.
- Organización de las Naciones Unidas. (2019). Objetivos de desarrollo sostenible. Retrieved August 27, 2019, from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- Parra, J. C. V. & Kustala, P. (2018). Acompañar y formar. El mentoreo como herramienta para reducir la deserción. *Revista de Investigación Apuntes Universitarios*, 8(1).
- PNUD. (2017). *Desiguales: orígenes, cambios y desafíos de la brecha social en Chile*. (U. Editores, Ed.) (Primera ed). Santiago, Chile.

- Raftery, A. E. & Hout, M. (1993). Maximally maintained inequality: Expansion, reform, and opportunity in Irish education, 1921-75. *Sociology of Education*, 41–62. <https://doi.org/10.2307/2112784>
- Ramírez, P. E. & Grandón, E. E. (2018). Predicción de la Deserción Académica en una Universidad Pública Chilena a través de la Clasificación basada en Árboles de Decisión con Parámetros Optimizados. *Formación Universitaria*, 11(3), 3–10. <https://doi.org/10.4067/s0718-50062018000300003>
- Reyes, C. & Rosso, P. . (2013). Estudio comparativo de las universidades chilenas basado en indicadores de calidad académica, 35.
- Reyes, J., Escobar, C., Duarte, J. & Ramirez, P. (2007). Una aplicación del modelo de regresión logística en la predicción del rendimiento estudiantil. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 33(2), 101–120. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052007000200006>
- Ruiz, M. A., Pardo, A. & San Martín, R. (2010). Modelos de ecuaciones estructurales. *Papeles Del Psicólogo*, 31(1), 34–45.
- Salas, V. (2012). Segmentación de los mercados universitarios, (20). XXVI-II Encuentro Nacional de Facultades de Administración y Economía ENEFA.
- Saldaña, M. & Barriga, O. (2010). Adaptación del modelo de deserción universitaria de Tinto a la Universidad Católica de la Santísima Concepción. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 16(4), 616–628.
- Scharager, J. (2017). *Nuevos actores en un viejo escenario: la profesionalización de la gestión de la calidad académica en Chile, 1990-2015* [Doctoral Thesis]. 2017.
- Scheele, J. (2015). *Logros y desafíos pendientes para la inclusión y retención en la educación superior*. Retrieved from <http://cpce.udp.cl/wp-content/uploads/2016/08/IPE7.pdf>
- SIES (2014). *Panorama de la Educación Superior en Chile 2014*. Santiago, Chile.
- Smith, J. P. & Naylor, R. A. (2001). Dropping out of university: A statistical analysis of the probability of withdrawal for UK university students. *Journal of the Royal Statistical Society Statistics in Society*, 164(2), 389–405. <https://doi.org/10.1111/1467-985X.00209>

- Spady, W. (1970). Dropouts from higher education: An interdisciplinary review and synthesis. *Interchange*, 19(1), 109–121.
- 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). Limits of Theory and Practice in Student Attrition. *The Journal of Higher Education*, 53(6), 687–700. <https://doi.org/10.2307/1981525>
- 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/10.1080/00221546.1988.11780199>
- Tinto, V. (1989). Definir la desercion: Una cuestion de perspectiva. *Revista de Educacion Superior*, 18(71), 160. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tinto, V. (1997). Classrooms as Communities : Exploring the Educational. *The Journal of Higher Education*, 68(6), 599–623. Retrieved from <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221546.1997.11779003>
- Trow, M. (2006). Reflections on the Transition from Elite to Mass to Universal Access: Forms and Phases of Higher Education in Modern Societies since WWII. In J. J. F. Forest & P. G. Altbach (Eds.), *International Handbook of Higher Education* (Vol. 18, pp. 243–280). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Urzúa, S. (2012). La rentabilidad de la educación superior en Chile: ¿Educación superior para todos? *Centro de Estudios Públicos, Documento de Trabajo*, (386).
- Vergara, J., Boj Del Val, E., Barriga, O. & Díaz, C. (2017). Factores explicativos de la deserción de estudiantes de pedagogía. *Revista Complutense de Educacion*, 28(2), 609–630. [https://doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2017.v28.n2.50009](https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n2.50009)
- Winston, G. (2000). *The positional arms race in higher education*. WPEHE New York.
- Zapata, G. & Tejada, I. (2009). Impactos del aseguramiento de la calidad y acreditación de la Educación Superior: Consideraciones y proposiciones. *Calidad En La Educación*, 31, 190–209. <https://doi.org/10.31619/caledu.n31.168>

## **SOBRE LOS AUTORES**

---

***Manuel Cepeda Junemann***, investigador responsable, ingeniero civil industrial de la Universidad de Concepción y Doctor en informática de la Universidad de Montreal. Actualmente se desempeña como profesor asociado de la Universidad Católica del Santísima Concepción. Cuenta con experiencia en el ámbito de la docencia y gestión académica en educación superior.

***Michelle Bizama Varas***, co-investigadora, ingeniero civil industrial de la Universidad Católica de la Santísima Concepción y magíster en ingeniería industrial de la misma casa de estudios. Actualmente se desempeña como especialista en la Escuela de Ingeniería Universidad Católica de la Santísima Concepción. Cuenta con experiencia en el ámbito de la gestión académica en educación superior.

***Cristián Oliva San Martín***, co-investigador, ingeniero civil industrial de la Universidad de Concepción y Doctor en Informática de l'Université d'Avignon et de Pays de Vaucluse, Francia. Actualmente es Jefe de la carrera Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Católica del Santísima Concepción. Cuenta con experiencia en docencia y gestión académica en educación superior.

***Daniel Casanova Cruz***, co-investigador, Doctor en Educación Superior de la Universidad de Leiden, Holanda. Actualmente se desempeña como director de docencia en Universidad Católica de la Santísima Concepción. Cuenta con experiencia en el ámbito de la gestión académica en educación superior.

## CONTEXTO DE LOS CUADERNOS DE INVESTIGACIÓN

---

La Comisión Nacional de Acreditación (CNA) presenta cuatro nuevos números correspondientes a la Serie Cuadernos de Investigación en Aseguramiento de la Calidad en Educación Superior. Los contenidos de estos cuatro números están estrechamente vinculados a la realización de la IV Convocatoria de Investigación 2018 en el campo del aseguramiento de la calidad de la educación superior. En esta ocasión la Convocatoria se enmarcó en los aprendizajes, la diversidad en educación superior y los desafíos para el aseguramiento de la calidad. Con ello, CNA espera seguir ampliando la base de conocimiento científico disponible y aumentar la comprensión que la comunidad tiene sobre la operación e impacto de aseguramiento de la calidad, desafío que la Comisión ha adoptado explícitamente dentro de sus prioridades.

Para el logro de lo anterior, la Comisión creó un fondo especial destinado al financiamiento de proyectos y estableció, para la adjudicación, un riguroso sistema de evaluación. Los estudios deben ser originales y plantear objetivos que apunten a reflexionar sobre el diseño u orientación en políticas en el área del aseguramiento de la calidad y la educación superior, y al desarrollo del sistema en su conjunto. Las investigaciones deben plantear también la identificación de potenciales oportunidades de mejora, fundamentando la introducción de modificaciones a los instrumentos existentes.

Además de los objetivos arriba señalados, la Comisión definió un conjunto de líneas de investigación prioritarias para el desarrollo de nuevo conocimiento:

- Modalidad virtual y combinada (semipresencial): situación actual y desafíos para el aseguramiento de la calidad en Chile.
- Internacionalización y su incidencia en la mejora de la calidad en los programas de doctorado. Evidencias y resultados.
- Diversidad de condiciones de ingreso a la educación superior: aseguramiento de la calidad con foco en inclusión y equidad.

- Formación de profesores vía prosecución de estudios: ¿cómo asegurar la calidad y equivalencia respecto de la formación inicial docente?
- Aprendizaje desde la diversidad institucional en Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica como resultado de los procesos de aseguramiento de la calidad y certificación.
- Desafíos pendientes en materia de sistemas de mejoramiento de la calidad y certificación: resultados de aprendizaje, nuevas modalidades y articulación entre sistema escolar-grado-postgrado.

Los cuatro proyectos de investigación financiados que componen esta nueva Serie *Cuadernos de Investigación en Aseguramiento de la Calidad en Educación Superior* son los siguientes:

<b>Cuadernos de Investigación (2019)</b>	<b>Investigador principal</b>	<b>Entidad patrocinante</b>	<b>Título</b>
Cuaderno N°13	Carolina Martínez	Universidad de Talca y Universidad Técnica Federico Santa María	Experiencias formativas de mujeres en carreras de ingeniería: caracterización de prácticas que incentivan la inclusión y equidad
Cuaderno N°14	Claudia Concha	Universidad Católica del Maule	Acoplamiento entre hábitos institucional y hábitos individual: una lectura desde la experiencia de estudiantes de enseñanza media técnico profesional que estudian en tres universidades regionales del CRUCH
Cuaderno N°15	Manuel Cepeda	Universidad Católica de la Santísima Concepción	Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para políticas públicas y procesos de acreditación con foco en la equidad
Cuaderno N°16	Vivian Singer	Universidad Alberto Hurtado	Perfiles de engagement en estudiantes de pregrado no tradicionales y su relación con el desempeño académico. Motivación y conducta de estudiantes universitarios de tercer semestre y su relación con el desempeño

Los Cuadernos de Investigación correspondientes al año 2016, 2017 y 2018 (N°1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12) y otras publicaciones de CNA Chile pueden ser descargadas en la página <https://www.cnachile.cl/Paginas/investigacion.aspx>.



### **Cuaderno N°1 (2016)**

La función de Vinculación o Tercera Misión en el contexto de la Educación Superior chilena



### **Cuaderno N°2 (2016)**

Impacto de los procesos de autoevaluación en la gestión de pregrado y postgrado en la Universidad de Chile (2011-2014)



### **Cuaderno N°3 (2016)**

Consistencia en la percepción de los estudiantes sobre la calidad de sus doctorados



### **Cuaderno N°4 (2016)**

El uso de criterios e indicadores de calidad en la acreditación de programas: diferencias entre agencias privadas de acreditación en Chile



### **Cuaderno N°5 (2017)**

La acreditación como agente de mejora continua en los programas de postgrado en Ciencia y Tecnología



### **Cuaderno N°6 (2017)**

Midiendo la vinculación de las instituciones de educación superior con el medio y su impacto. Estudio de las mejores prácticas en el mundo y desarrollo de instrumento piloto para instituciones chilenas



### **Cuaderno N°7 (2017)**

Elección de carrera y universidad en Chile: sentido y utilidad de la acreditación



### **Cuaderno N°8 (2017)**

Acreditación de doctorados vinculados a la industria: análisis de buenas prácticas internacionales y lineamientos para su desarrollo en Chile



### **Cuaderno N°9 (2018)**

Articulación de la educación técnica formal, no-formal e informal: garantías de calidad para un continuo educativo



### **Cuaderno N°10 (2018)**

Trayectorias de egresados de los programas de la Red de Psicología del Consorcio de Universidades del Estado de Chile



### **Cuaderno N°11 (2018)**

Trayectorias educativas de estudiantes que acceden a la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de Chile a través de políticas de acción afirmativa: elementos para el aseguramiento de la calidad desde la inclusión y la equidad



### **Cuaderno N°12 (2018)**

Gestión académica para la innovación en las universidades chilenas. Un modelo de formación para profesionales de la gestión académica en educación superior



### Cuaderno N°13 (2019)

Experiencias formativas de mujeres en carreras de ingeniería: caracterización de prácticas que incentivan la inclusión y equidad



### Cuaderno N°14 (2019)

Acoplamiento entre habitus institucional y habitus individual: una lectura desde la experiencia de estudiantes de enseñanza media técnico profesional que estudian en tres universidades regionales del CRUCH



### Cuaderno N°15 (2019)

Propuesta metodológica para la obtención de un Indicador Nacional de Vulnerabilidad Académica: un insumo para políticas públicas y procesos de acreditación con foco en la equidad



### Cuaderno N°16 (2019)

Perfiles de engagement en estudiantes de pregrado no tradicionales y su relación con el desempeño académico. Motivación y conducta de estudiantes universitarios de tercer semestre y su relación con el desempeño



### Formación Inicial Docente y aseguramiento de la calidad

Seminario, noviembre 2018



### Aseguramiento de la calidad de programas de doctorado: convergencias y desafíos para Iberoamérica



### Carreras de pedagogía: análisis de fortalezas y debilidades en el escenario actual



### Barómetro del aseguramiento de la calidad de la educación superior

Barómetro N°1, diciembre 2017



### Barómetro del aseguramiento de la calidad de la educación superior

Barómetro N°2, julio 2018



### Barómetro del aseguramiento de la calidad de la educación superior

Barómetro N°3, julio 2019



**Estudios y Publicaciones de la  
Comisión Nacional de Acreditación  
(CNA-Chile)**



Comisión Nacional  
de Acreditación  
CNA-Chile



Comisión Nacional  
de Acreditación  
CNA-Chile