



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

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL RANKING DE NOTAS PARA PREDECIR EL  
RESULTADO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE LA FCFM

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGÍSTER EN ECONOMÍA APLICADA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

MATIAS SALVADOR GRAU VELOSO

PROFESORA GUÍA:  
ALEJANDRA MIZALA SALCES

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:  
ANGÉLICA BOSCH CARTAGENA  
PABLO GONZÁLEZ SOTO

SANTIAGO DE CHILE  
2015

# Resumen

El debate sobre los sistemas de admisión a la educación superior ha sido permanente, tanto nacional como internacionalmente. Existe una importante discusión sobre cuáles son los elementos que mejor predicen el rendimiento académico de los estudiantes en las universidades, tales como pruebas estandarizadas, las notas de la enseñanza secundaria o el Ranking de los estudiantes. Pero también hay un debate de si los sistemas de admisión deben preocuparse solo de la excelencia o también deben optar por la equidad, poniendo en muchos casos estos elementos en contraposición. El Ranking de Notas cómo se concibió recientemente en Chile, busca equilibrar equidad con calidad.

El aporte del Ranking de Notas a la equidad es claro, sin embargo, su aporte a la predictibilidad en el rendimiento académico es un debate abierto. Esta tesis busca precisamente analizar la capacidad predictiva del Ranking de Notas en el resultado académico, focalizándose en de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM).

Con ese propósito se construyó una base de datos que por un lado cuantifica el rendimiento académico, con diversos indicadores de desempeño; y por otra parte cuenta con variables que podrían explicar este rendimiento. En particular, se simuló según las reglas actuales, cuál sería el Ranking de los estudiantes que ingresaron a la FCFM entre los años 2004 y 2008.

El análisis empírico utilizó modelos multivariados y modelos de duración. Los modelos multivariados relacionan las variables de rendimiento de manera lineal con las distintas pruebas estandarizadas (PSU), las notas de enseñanza media (NEM) y el Ranking de Notas, además de algunas variables de control. Los modelos de duración relacionan el tiempo que duran eventos asociados al rendimiento, como la deserción o la titulación, con las mismas variables independientes que se utilizan en los modelos multivariados.

Se concluye que el Ranking de Notas es un buen predictor del rendimiento académico de los estudiantes de la FCFM. La medida de rendimiento académico que mejor predice es la persistencia de los estudiantes a lo largo de sus estudios, lo que se refleja principalmente en la forma en que avanzan los estudiantes en la carrera y en el tiempo que tardan en titularse. Es un hallazgo interesante, que si bien no se puede extrapolar en otros ámbitos o carreras, sugiere que el Ranking no es inocuo.

*A mis padres*

# Agradecimientos

A mis padres, Francisco y Paulina, por su apoyo, su cariño, su incondicionalidad y principalmente por formarme como persona. A mi hermano Nicolás, por sus aportes en toda mi vida y en particular en este trabajo. A Elena, por ayudar tan significativamente en mi crianza.

A mi pareja, Alejandra, mi compañera durante casi toda mi vida académica en la Universidad. Por su presencia y su amor que me hace una mejor persona.

A mi profesor guía, Alejandra Mizala, por confiar en mí para este trabajo, su excelente disposición y también por todas las conversaciones y consejos sobre los temas más variados. A los miembros de la comisión Pablo González y especialmente Angélica Bosch que me ha dado la posibilidad de trabajar en su equipo.

A mis amigos, y a toda mi familia, a mis profesores del colegio y de la Universidad y a todos los que han sido parte de mi vida, por permitirme vivirla de manera plena.

Al Departamento de Ingeniería Industrial, a la Facultad y a la Universidad de Chile, por inculcarme el interés por el servicio público y darme herramientas para ser un aporte.

# Tabla de contenido

<b>Índice de tablas</b>	<b>vi</b>
<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Revisión bibliográfica</b>	<b>2</b>
<b>2. Presentación de los datos</b>	<b>4</b>
2.1. Variables de rendimiento . . . . .	5
2.2. Variables de duración . . . . .	6
2.3. Variables explicativas . . . . .	8
2.4. Construcción del Ranking . . . . .	10
<b>3. Análisis multivariado</b>	<b>12</b>
3.1. Modelo . . . . .	12
3.2. Resultados modelo inicial . . . . .	13
3.3. Resultados con cursos por separado . . . . .	16
3.4. Otros resultados . . . . .	18
<b>4. Modelo de duración</b>	<b>23</b>
4.1. Modelo de duración: Deserción . . . . .	25
4.2. Modelo de duración: Término plan común . . . . .	28
4.3. Modelo de duración: Primera reprobación . . . . .	30
4.4. Modelo de duración: Titulación . . . . .	33
<b>Conclusiones</b>	<b>35</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>39</b>
<b>A. Anexo sobre los datos</b>	<b>41</b>
<b>B. Anexo sobre el análisis multivariado</b>	<b>43</b>
<b>C. Anexo de los modelos de duración</b>	<b>46</b>

# Índice de figuras

2.1. Cálculo del Ranking. Fuente: DEMRE . . . . .	11
3.1. Avance en cursos por separado . . . . .	17
3.2. Promedio en cursos por separado . . . . .	18
3.3. Diagrama de cajas para las distintas variables ponderadas por generación . .	22
B.1. Promedio ponderado reemplazando por 0, en cursos por separado. . . . .	44
B.2. Unidades docentes reprobadas, en cursos por separado. . . . .	45
B.3. Número de ramos reprobados, en cursos por separado. . . . .	45

# Índice de tablas

2.1. Estudiantes por generación . . . . .	4
2.2. Estadísticas descriptivas variables de rendimiento . . . . .	6
2.3. Estadísticas descriptivas de las variables de duración . . . . .	7
2.4. Estadística descriptiva de las variables ponderadas . . . . .	8
2.5. Correlaciones de los ponderadores . . . . .	9
2.6. Estadísticas descriptivas: variables de control . . . . .	9
2.7. Estadísticas descriptivas: SIMCE . . . . .	10
3.1. Promedio de notas acumulado . . . . .	14
3.2. UD reprobadas . . . . .	15
3.3. Porcentaje de avance de la carrera . . . . .	15
3.4. Promedio ponderado: Comparación . . . . .	16
3.5. Avance: Comparación . . . . .	16
3.6. Promedio de notas al cuarto año por generación de ingreso . . . . .	19
3.7. Avance al cuarto año por generación de ingreso . . . . .	19
3.8. Porcentaje de avance de la carrera con interacciones . . . . .	20
3.9. Promedio con interacciones . . . . .	21
4.1. Distribuciones de Duración Paramétricas . . . . .	24
4.2. Resultado estimación de Cox: Deserción . . . . .	26
4.3. Test de riesgo proporcional: Deserción . . . . .	26
4.4. Resumen estimaciones paramétricas: Deserción . . . . .	27
4.5. Estimación paramétrica Gompertz: Deserción . . . . .	27
4.6. Comparación de estimación paramétrica Gompertz: Deserción . . . . .	28
4.7. Modelo de duración: T. Plan Común . . . . .	28
4.8. Test de riesgo proporcional: T. Plan Común . . . . .	29
4.9. Resumen estimaciones paramétricas: T. Plan Común . . . . .	29
4.10. Estimación paramétrica Gamma: T. Plan Común . . . . .	30
4.11. Comparación de estimación paramétrica Gamma: T. Plan Común . . . . .	30
4.12. Modelo de duración: Primera reprobación . . . . .	31
4.13. Test de riesgo proporcional: Primera reprobación . . . . .	31
4.14. Resumen estimaciones paramétricas: Primera Reprobación . . . . .	32
4.15. Estimación paramétrica Log Logístico: Primera Reprobación . . . . .	32
4.16. Comparación de estimación paramétrica Log Logístico: Primera Reprobación . . . . .	33
4.17. Modelo de duración: Titulación . . . . .	33
4.18. Test de riesgo proporcional: Titulación . . . . .	34

4.19. Resumen estimaciones paramétricas: Titulación . . . . .	34
4.20. Estimación paramétrica Gamma: Titulación . . . . .	35
4.21. Comparación de estimación paramétrica Gamma: Titulación . . . . .	35
A.1. Correlaciones variables de rendimiento . . . . .	41
A.2. Correlaciones variables independientes . . . . .	42
A.3. Test de diferencia de medias PSU de Matemáticas . . . . .	42
B.1. Promedio de notas acumulado . . . . .	43
B.2. Numero de R . . . . .	44
B.3. Comparación de coeficientes PSU Matemáticas. . . . .	45
C.1. Deserción . . . . .	46
C.2. Término de plan común . . . . .	47
C.3. Primera reprobación . . . . .	47
C.4. Titulación . . . . .	48



# Introducción

La selección de estudiantes por parte de las universidades adscritas al Sistema Único de Admisión, hasta el año 2012, se realizaba ponderando una prueba estandarizada, llamada Prueba de Selección Universitaria PSU y el promedio de notas de enseñanza media (NEM). Los estudiantes postulaban y según su puntaje ponderado eran o no seleccionados. A partir del año 2013 se agregó el Ranking de Notas de la enseñanza media a las variables a ponderar. El Ranking se desarrolló como una herramienta que permite medir los talentos independiente de donde venga el estudiante ya que lo que importa es su desempeño relativo a sus pares. En este sentido el Ranking aporta en disminuir las brechas socioeconómicas que se observan en los resultados PSU Larroucau et al. (2013).

Un adecuado sistema de admisión debe buscar elegir entre los postulantes a los mejores estudiantes, entendiéndose por mejores estudiantes los que tendrán éxito académico en sus estudios en la universidad. Esta selección se debe hacer de manera equitativa, sin discriminar arbitrariamente por género o por condición socioeconómica. Estas son características mínimas respecto de las cuales no pareciera haber mayor discusión. Sin embargo, la equidad, muchas veces se presenta en contraposición con la calidad, ya que hay significativas brechas en resultados académicos por nivel socioeconómico.

El Ranking busca equilibrar calidad con equidad, considerando que los talentos están igualmente distribuidos a lo largo de toda la población. Esta tesis busca cuantificar el aporte del Ranking en la calidad sin analizar su aporte en la equidad del sistema de admisión. Para esto se desarrollaron distintas medidas de éxito académico y se cuantificó la predictibilidad del Ranking para estos indicadores. El estudio se focalizó en los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM) que ingresaron entre los años 2004 y 2008.

La tesis se estructura de la siguiente manera: el primer capítulo describe la literatura relacionada situando los aportes de esta investigación; en el segundo capítulo se describen los datos ocupados para los distintos modelos y se explica de manera particular como se simuló el Ranking para las generaciones con las que se trabaja; en el tercer capítulo se presentan los modelos multivariados para las medidas de rendimiento; en el cuarto capítulo se describen los modelos de duración y se presentan los resultados obtenidos para eventos de duración asociados al rendimiento académico; y por último se presentan las conclusiones donde se comentan los resultados del estudio, sus alcances y limitaciones.

# Capítulo 1

## Revisión bibliográfica

La equidad es un aspecto deseable de un sistema de admisión no solo por su aspecto ético, sino también porque estudiantes formados en ambientes diversos serán mejores profesionales. La literatura que soporta esta afirmación es variada, Gurin et al. (2002) desarrollan un marco sobre cómo la diversidad se relaciona con el fomento del desarrollo cognitivo, observándose que la diversidad afecta positivamente el resultado educacional para todos los grupos. Bowman y Brandenberger (2012) examinan empíricamente el marco propuesto por Gurin et al. (2002) llegando a resultados similares. En ambos estudios también se establece la importancia de la diversidad en la formación ética de los profesionales, en el compromiso social, la tolerancia y otros valores deseables.

Sobre la predictibilidad de las pruebas estandarizadas en el rendimiento académico la literatura es vasta. Por ejemplo, Camara y Echternacht (2000) realizaron un recorrido por diferentes estudios sobre la predictibilidad del SAT en el éxito en diversos college, mostrando que las notas del colegio más el SAT son sustancialmente buenos predictores. Este resultado es robusto a distintas medidas de rendimiento, aunque cuando se mide la constancia de los estudiantes, la significancia de estos factores desciende, dado que en relación con la constancia existirían factores no académicos.

El análisis multivariado es utilizado reiteradamente como metodología que permite cuantificar el aporte de cada una de las pruebas en la predictibilidad. Un ejemplo es el estudio de Geiser y Studley (2002) que analiza la predictibilidad de las pruebas SAT I y II en los resultados académicos de los estudiantes de la Universidad de California, tomando como medida de comparación la bondad de ajuste del modelo y a su vez cuánto están correlacionadas estas pruebas con medidas socioeconómicas.

El paper de Rothstein (2004) realiza una crítica sobre que, en la validación del SAT como modelo de predicción se asuma muestreo aleatorio, ya que parte del poder predictivo viene de ahí. Por ende, propone un nuevo estimador y con esto el SAT reduce su predictibilidad un 20%. Otra crítica pero en este caso directamente al SAT realizan Coyle y Pillow (2008). Estos autores analizan como al remover el factor g de los test (relacionado con capacidades cognitivas del test) estos aún son buenos predictores del desempeño académico, por lo cual existirían muchos factores no cognitivos que contribuyen a la predictibilidad del SAT.

Otras alternativas de admisión analizan Robinson y Monks (2005) comentando que crece el uso de pruebas estandarizadas en los sistemas de admisión, por lo cual, se analiza la posibilidad de que el SAT sea opcional. Se considera un college, que en particular aplicó esta política. En la práctica se muestra que es posible hacer una buena selección sin pruebas estandarizadas, y ocupando entre otros las notas del colegio y el Ranking. Otro estudio en que también se analiza el Ranking en comparación con el SAT y su poder predictivo en el rendimiento es el de Cohn et al. (2004), encontrando resultados significativos para el Ranking pero de magnitud menor.

Un estudio sobre el caso Chileno es el que realizó Fischer y Reppeto (2003), el cual analiza el poder explicativo de las distintas pruebas de admisión en el rendimiento de los alumnos de la escuelas de ingeniería de la Universidad de Chile. Es un análisis multivariado con varias medidas de rendimiento y abarcando 6 años de estudio. Este trabajo se realizó con la PAA como prueba, encontrándose que la prueba específica de matemáticas tiene un alto poder predictivo. Otro estudio con la PAA es la tesis de Arenas (2003) en la cual aparte del análisis multivariado se introducen los modelos de duración para estudiar el rendimiento en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, encontrándose que el puntaje ponderado (de todas las pruebas) es significativo en las variables de duración, como el periodo para titularse o el tiempo en que el estudiante deserte de la carrera.

En general los modelos de duración se utilizan en otras áreas como la medicina. En la economía aparte de la discusión teórica, la literatura se concentra en temas de economía laboral. Un resumen de esta literatura, tanto aspectos teóricos como algunos trabajos empíricos se desarrolla en el Handbook de Van den Berg (2001).

La discusión del Ranking comienza con la idea de que los estudiantes que sean los mejores de sus promociones rendirían en la universidad aún mejor de lo que dirían sus pruebas de admisión. En este sentido, Contreras et al. (2009) estudian el desempeño de los estudiantes de primer año. Como variables independientes PSU, NEM y una dummy de Ranking. Mostrando que esta variable de habilidad relativa capturaría elementos que el resto de las variables no lo hacen. Ocupa como medida de rendimiento las notas del primer año. En este caso la variable Ranking es solo una dummy si se es o no del 5 % superior de rendimiento del colegio de egreso. En la misma dirección el documento técnico del CRUCH Bravo et al. (2010) afirma que la posición relativa de egreso importa, pero nuevamente este sin ocupar la variable Ranking como se calcula hoy.

Ya que el Ranking se introduce como tal al sistema único de admisión de manera reciente, existe un debate en desarrollo sobre sus efectos y aportes. La inclusión de esta variable modifica de manera importante la composición social de los estudiantes que acceden a las universidades. En el informe desarrollado por Larroucau et al. (2013) al simular distintas ponderaciones del Ranking, se predice que aumentaría la inclusión social de manera significativa, lo cual es consistente con los resultados de las simulaciones de Gil et al. (2013), estudio que concluye que la experiencia del Ranking a modo global tras el proceso de admisión 2013 funcionó de manera simultánea mejorando la inclusión y la excelencia académica de las distintas universidades adscritas al sistema único de admisión.

# Capítulo 2

## Presentación de los datos

A continuación se presentan los datos necesarios que permiten relacionar el rendimiento de los estudiantes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM) con los distintos ponderadores del sistema de admisión regular, prestando especial atención a la variable Ranking. La base de datos se construyó para todos los estudiantes que ingresaron de manera regular al pregrado de la FCFM, entre los años 2004 y 2008. Esto significa que no son parte de la muestra los estudiantes que ingresaron a través del programa de bachillerato, por cupo deportivo y otros ingresos especiales. Tampoco son parte de la muestra los estudiantes de postgrado.

Al trabajar solo con los estudiantes que fueron seleccionados para ingresar a la FCFM existirán problemas de rango asociados. Es claro que no es posible incluir, en los modelos, a los postulantes no seleccionados dado que no existen variables de rendimiento para estos estudiantes. Es decir, que la población con que se trabaja no es representativa de estudiantes que tengan puntajes ponderados menores a los de corte de la FCFM. En consecuencia las conclusiones de este trabajo no se podrán aplicar directamente a la población de los estudiantes que están ingresando a la FCFM, producto de las nuevas ponderaciones del Ranking, y que no hubiesen ingresado aplicándose las antiguas ponderaciones.

Tabla 2.1: Estudiantes por generación

Año	Frecuencia	Porcentaje de la muestra total
2004	508	18 %
2005	534	19 %
2006	624	22 %
2007	586	21 %
2008	602	21 %
Total	2,854	100 %

## 2.1. Variables de rendimiento

Es parte del objetivo de la presente tesis cuantificar el rendimiento de los estudiantes de la FCFM. Es por esto que se construyeron diversos indicadores que apuntan a describir de diferentes maneras el desempeño de los estudiantes. Estos indicadores apuntan a cuantificar 3 aspectos principales: excelencia, persistencia y efectividad. Excelencia por que interesa que los estudiantes cuenten con buenas notas; persistencia dado que se busca que los estudiantes avancen en sus respectivas carreras; y efectividad, en el sentido que se busca que el estudiante repruebe el menor número de cursos posibles.

Para esto se desarrollaron 5 indicadores de desempeño que son: promedio ponderado reemplazando los reprobados por nota 3.9 o por 0; porcentaje de avance en la carrera; número de ramos reprobados; y número de unidades docentes reprobadas. Todos estos indicadores se construyeron de manera anual, hasta sexto año y en 2 modalidades. La principal modalidad es acumulada, es decir por ejemplo el promedio al cuarto año, es de toda la carrera hasta cuarto año. La segunda modalidad es con los cursos por separado, es decir por ejemplo el promedio al cuarto año no incluye los 3 años anteriores. En síntesis, se trabajó con 55 variables independientes. A continuación se explica con más detalle cada uno de los indicadores.

Promedio Ponderado: Este indicador es bastante sencillo ya que es el promedio de cada curso tomado en el año, multiplicado por el número de unidades docentes; esto dividido por el total de unidades docentes cursadas. En el caso de los ramos reprobados o eliminados en el elimina especial <sup>1</sup> se reemplaza con un 3.9 en el primer indicador o con un 0 en el segundo. Las estadísticas descriptivas de ambos indicadores se presentan en la tabla 2.2.

La tercera variable es el avance, que simplemente analiza el número de unidades docentes que el alumno aprobó y se dividen por las que debió aprobar, según la malla de la carrera. Para las generaciones entre el 2004 y 2006, en primer año debían aprobar 80 unidades docentes y el resto de los años 100 unidades docentes. Para el caso del generaciones 2007 y 2008, en todos los años hasta quinto hay que aprobar 100 unidades docentes, pero en sexto, son 85 unidades. Estos requerimientos pueden variar un poco entre las distintas carreras, lo cual no se toma en cuenta considerando que son diferencias menores. Los estudiantes solo son considerados en caso de que tomasen ramos, por ejemplo un alumno eliminado en tercer año, deja de ser parte de la base de datos desde cuarto año. Esto también se aplica para las 3 licenciaturas: Física, Geofísica y Astronomía que duran entre 8 y 9 semestres. Las estadísticas descriptivas están en la tabla 2.2 como AV.

Finalmente, están las 2 variables dependientes relacionadas con la reprobación de ramos. La primera es simplemente la sumatoria por año del número de ramos reprobados o eliminados ( $\# R$ ). El segundo caso es el número de unidades docentes reprobadas por año, que es la sumatoria del número de unidades docentes por ramo reprobado (UD R).

---

<sup>1</sup>El elimina especial es la instancia que tienen los estudiantes para eliminar los cursos ya muy avanzado el semestre. Cuando los eliminan en el inicio del semestre el curso no parece en sus datos. Cuando se ocupa el elimina especial, queda en las bases de datos de la escuela guardado de la misma manera que un ramo reprobado.

Tabla 2.2: Estadísticas descriptivas variables de rendimiento

	Obs	Media	Dev Std	Min	Max		Obs	Media	Dev Std.	Min	Max
<b>Prom 1*</b>	2815	3.91	1.76	0	6.86	<b>UD R 4</b>	2854	53.05	46.74	0	245
<b>Prom 2*</b>	2570	4.36	1.10	0	6.73	<b>UD R 5</b>	2854	62.66	54.83	0	312
<b>Prom 3*</b>	2464	4.41	0.94	0.36	6.63	<b>UD R 6</b>	2854	72.92	59.51	0	355
<b>Prom 4*</b>	2374	4.44	0.90	1.13	6.64	<b># R 1</b>	2854	1.28	1.73	0	11
<b>Prom 5*</b>	2327	4.50	0.89	1.03	6.59	<b># R 2</b>	2854	2.43	2.53	0	15
<b>Prom 6*</b>	2283	4.57	0.84	1.46	6.48	<b># R 3</b>	2854	3.87	3.51	0	20
<b>Prom 1**</b>	2815	4.80	0.61	3.9	6.86	<b># R 4</b>	2854	5.15	4.60	0	26
<b>Prom 2**</b>	2570	4.93	0.48	3.9	6.73	<b># R 5</b>	2854	7.36	6.11	0	36
<b>Prom 3**</b>	2464	4.95	0.44	3.91	6.63	<b># R 6</b>	2854	7.36	6.11	0	36
<b>Prom 4**</b>	2374	4.97	0.42	3.96	6.64	<b>AV 1</b>	2854	0.76	0.34	0	1.23
<b>Prom 5**</b>	2327	5.01	0.42	3.96	6.59	<b>AV 2</b>	2570	0.83	0.21	0	1
<b>Prom 6**</b>	2283	5.07	0.42	4.1	6.56	<b>AV 3</b>	2464	0.85	0.18	0.0714	1
<b>UD R 1</b>	2854	18.72	26.06	0	100	<b>AV 4</b>	2374	0.86	0.18	0.2105	1
<b>UD R 2</b>	2854	28.73	31.10	0	160	<b>AV 5</b>	2327	0.87	0.18	0.1667	1
<b>UD R 3</b>	2854	41.44	37.87	0	205	<b>AV 6</b>	2283	0.88	0.16	0.1897	1

Prom: promedio de notas ponderado, \* Reemplazando por 0 los ramos reprobados o eliminados, \*\* reemplazando por 3.9

UD R: Unidades docentes reprobadas. # R: Número de ramos reprobados. AV: Percentage de avance

Los números representan los años: 1 es primer año, 2 es segundo año y así hasta sexto año

## 2.2. Variables de duración

Con el objetivo de enriquecer el análisis del rendimiento de los estudiantes de la FCFM, también se realizaron modelos de duración. En estos modelos se analiza un fenómeno que tiene una determinada duración para cada individuo, una explicación teórica de esta metodología y el posterior análisis de los resultados se encuentra en el capítulo 4. Naturalmente las duraciones o variables de tiempo que se construyeron tienen relación con el rendimiento. Estas variables son las siguientes: Período antes de la eliminación; término del plan común; período antes de la primera reprobación; y cuanto se demora el estudiante en titularse.

El período antes de la eliminación se refiere al número de semestres antes de que el alumno sea eliminado o deserte voluntariamente de la escuela. En la mayoría de los casos esto nunca ocurre, lo que en los modelos de duración se llama censura, es decir que el evento modelado no ocurre en el período de observación. En la práctica, se considera de igual manera a los alumnos expulsados por rendimiento o que se retiran de manera voluntaria por problemas vocacionales, de salud u otros. Lo único que importa para elaborar la variable es buscar a los estudiantes que ingresaron a la escuela, que no están activos y no se han titulado. Para estos alumnos se determinó el semestre en que dejaron de estar activos y al restarle su año de ingresos se obtuvo su duración. La cantidad de alumnos que deserta por semestre se observa en la tabla 2.3.

El término de plan común es un hito importante dentro de la carrera. El problema es que muchos estudiantes no terminan todos los ramos de plan común y comienzan a tomar ramos de la especialidad, dejando para después algunos ramos. Dado esta situación es que una buena aproximación del término de esta etapa es la aprobación del último ramo matemático de plan común, que es el ramo de cálculo de cuarto semestre. En este sentido el termino de

plan común se producirá el semestre que el alumno apruebe este ramo.

La primera reprobación es una estadística sencilla. El único problema es que para las generaciones 2004, 2005 y 2006 el primer año era con ramos anuales, es decir, no se podía reprobado nada el primer semestre. Por esto, para las generaciones 2007 y 2008 se cuenta como el primer periodo el segundo semestre y la falla ocurrirá si el alumno reprueba cualquier ramo del primer año. Se observa la frecuencia de ocurrencia de este evento en la tabla 2.3.

La última duración que se presenta es la referente a la titulación. Para este caso solo se trabaja con las generaciones 2004, 2005 y 2006, ya que para las siguientes generaciones la censura comienza a aumentar de manera importante (el número de no titulados), ya que los alumnos mayoritariamente aún se encuentran tomando cursos en la escuela. El otro problema son los alumnos que se titulan de 2 carreras o que se titulan con un magister de manera conjunta. Estas situaciones son, en la práctica, como si los alumnos tomaran alrededor de 1 año más de ramos. Sería sesgado evaluarlos de igual manera que el resto, por lo que se resolvió que en caso de que un alumno se titulara de 2 programas en un período de 1 semestre entonces se cambiaba su fecha de ingreso a la escuela al año siguiente. Es decir si un alumno ingresó el 2005 y se graduó de una ingeniería y un magister en un mismo semestre, entonces se cuenta su periodo de titulación desde el 2006. El periodo de 1 semestre entre las 2 titulaciones es para asegurar simultaneidad de los programas.

Tabla 2.3: Estadísticas descriptivas de las variables de duración

Semestre	Eliminación			Término plan comun			Primera reprobación			Titulación		
	Freq.	Perc	Cum.	Freq.	Perc	Cum.	Freq.	Perc	Cum.	Freq.	Perc	Cum.
1	79	14.2	14.2									
2	88	15.8	29.9				1,051	37.8	37.8			
3	121	21.7	51.6	5	0.2	0.2	1,550	55.8	93.6			
4	46	8.2	59.9	1,405	59.0	59.2	155	5.6	99.2			
5	55	9.9	69.7	626	26.3	85.5	14	0.5	99.7			
6	47	8.4	78.1	156	6.6	92.1	3	0.1	99.8			
7	20	3.6	81.7	144	6.1	98.1	3	0.1	99.9			
8	34	6.1	87.8	20	0.8	99.0	1	0.0	99.9			
9	12	2.2	90.0	15	0.6	99.6	1	0.0	100.0			
10	16	2.9	92.8	4	0.2	99.8	1	0.0	100.0			
11	4	0.7	93.6	4	0.2	99.9				11	1.1	1.1
12	13	2.3	95.9	1	0.0	100.0				22	2.2	3.4
13	6	1.1	97.0	1	0.0	100.0				224	22.9	26.2
14	1	0.2	97.1							225	23.0	49.2
15	4	0.7	97.9							215	21.9	71.1
16	2	0.4	98.2							128	13.1	84.2
17	7	1.3	99.5							92	9.4	93.6
18	1	0.2	99.6							31	3.2	96.7
19	2	0.4	100.0							18	1.8	98.6
20										11	1.1	99.7
21										3	0.3	100.0
Total	558	100		2,381	100		2,779	100		980	100	
Muestra	2804			2854			2854			1666		

Freq: frecuencia del evento en el semestre. Perc: Porcentaje de la muestra.

Cum: Porcentaje acumulado de la muestra.

## 2.3. Variables explicativas

Las variables explicativas o independientes son comunes para los modelos de duración y para el análisis multivariado. Estas variables se pueden dividir en 2 grupos: primero, están las variables que se ponderan para el puntaje de ingreso a la escuela; y un segundo grupo que son las variables de control. Todos los datos se obtuvieron de la información de la PSU que tiene la FCFM, con excepción de la variable de control que tiene relación con el SIMCE, que se obtuvo de la página web del centro de estudios del MINEDUC <sup>2</sup>.

Las variables que se ponderan para el puntaje que permite ingresar a la FCFM son: los resultados de las pruebas de Matemáticas, Ciencias y Lenguaje, las notas de enseñanza media (NEM) y el Ranking. Todas, con excepción del Ranking, se obtuvieron de las bases de datos de la PSU que tiene la Facultad. En la tabla 2.4 se presentan estadísticas descriptivas de estas variables, del Ranking y Ranking puro que es una modificación del Ranking. La construcción de ambas variables se explica en la siguiente sección.

Tabla 2.4: Estadística descriptiva de las variables ponderadas

Variable	Obs	Mean	Dev.	Min	Max
NEM	2854	709.2	59.5	476	826
PSU C	2854	712.1	51.5	536	850
PSU L	2854	692.1	59.3	469	850
PSU M	2854	785.0	41.5	627	850
RANKING	2826	750.4	75.6	476	850
RANKING P	2826	718.4	88.8	389	850

Estas variables, en muchos casos, están muy relacionadas. Esto se observa en la tabla de correlaciones 2.5. Hay 2 aspectos importantes: primero, la gran correlación entre las variables NEM, Ranking y Ranking puro. El segundo aspecto importante es la correlación negativa entre la prueba de matemáticas y el resto de los ponderadores. Esto se debe, probablemente, a que a mayor puntaje en la prueba de Matemáticas se requiere menor puntaje del resto de las variables ponderadas para ingresar. Se debe tener en cuenta que para las 5 generaciones del presente estudio la prueba de Matemáticas valía un 50% en la ponderación. Otras correlaciones se presentan en el anexo sobre los datos.

Al trabajar con las cinco generaciones de manera conjunta, sin diferenciar entre sí en los modelos, no se toma en cuenta la posibilidad de que las variables se comporten diferentes a través de las generaciones. Donde existen más diferencias es en la prueba de matemáticas, por lo cual en el anexo sobre los datos se presente una matriz con test de diferencias de medias entre todas las generaciones, encontrándose que en algunos casos se puede descartar que tengan las mismas medias.

Luego están las variables que permiten una observación corregida de la predictibilidad de las variables ponderadas. A estas se les presenta como variables de control. En este caso son:

<sup>2</sup><http://centroestudios.mineduc.cl/>



Tabla 2.5: Correlaciones de los ponderadores

	PSU M	PSU L	PSU C	NEM	RANKING	RANKING P
PSU M	1.00					
PSU L	-0.07	1.00				
PSU C	-0.01	0.30	1.00			
NEM	-0.21	0.21	0.15	1.00		
RANKING	-0.20	0.21	0.13	0.96	1.00	
RANKING P	-0.14	0.24	0.19	0.84	0.91	1.00

la educación de la madre como proxy de nivel socio económico, el género, una dummy de si el alumno es de la región metropolitana o no, otra dummy si el alumno es chileno o no, el tipo de dependencia del colegio, y los puntajes SIMCE de lenguaje y matemáticas del colegio de egreso. En la tabla 2.6 se observan las estadísticas descriptivas de la mayoría de los controles. La educación de la madre la declaran los estudiantes al momento de inscribirse en la PSU, por lo cual podría haber un error de medida ya que el estudiante podría no necesariamente saber el nivel de estudios de la madre. A su vez, se presenta si es de nacionalidad chilena, el género y si es de la región metropolitana o no. El último control presentado tiene relación con la dependencia del colegio, particular pagado (PP), particular subvencionado (PS) y municipal (M).

Tabla 2.6: Estadísticas descriptivas: variables de control

Educación de la madre	Obs	Porcentaje	Variable	Obs	Porcentaje
Sin estudios	0	0.0 %	N. Chilena	2850	99.9 %
Básica incompleta	24	0.8 %	N. Otra	4	0.1 %
Básica completa	33	1.2 %	Hombre	2285	80.1 %
Media incompleta	105	3.7 %	Mujer	569	19.9 %
Media completa	606	21.2 %	XIII Región	2123	74.4 %
Formación técnica incompleta	32	1.1 %	Otra Región	725	25.4 %
Formación técnica completa	292	10.2 %	Col PP	1327	46.5 %
Universitaria incompleta	208	7.3 %	Col PS	756	26.5 %
Universitaria completa	1144	40.1 %	Col M	763	26.7 %
Otros estudios	339	11.9 %			

La otra variable de control importante es el SIMCE del colegio de egreso del estudiante. El SIMCE lo rinden en segundo medio, cada 2 años. Por lo cual para los años en que no hubo SIMCE se le asignó a los estudiantes el puntaje promedio entre el SIMCE del año anterior con el del año siguiente. Para los años que si se rindió el SIMCE a los estudiantes se les asignó el puntaje de SIMCE del año de egreso. Las estadísticas descriptivas se presentan en la tabla 2.7

Tabla 2.7: Estadísticas descriptivas: SIMCE

Variable	Obs	Media	Dev Std	Min	Max
SIMCE M	2826	326.4635	30.18138	189	391
SIMCE L	2826	305.5948	19.8847	200	351

## 2.4. Construcción del Ranking

La variable Ranking se comienza a calcular para todos los egresados de enseñanza media a partir del año 2012. Es parte de las variables que se ponderan para los alumnos que ingresen a partir del año 2013 a las instituciones de educación superior que sean parte del sistema único de admisión. Esta nueva variable busca expresar la posición relativa del estudiante en su colegio de egreso. En palabras de unos de sus creadores: *“El Ranking mide cuánto aprovecharon (los estudiantes) las oportunidades en el colegio”* (Francisco Javier Gil en programa Tolerancia cero, 1 de septiembre 2014).

Para evitar la competencia entre los pares, la posición relativa se calcula con respecto a las 3 generaciones anteriores del establecimiento. Se utiliza las 3 generaciones anteriores a la generación con la que el alumno rinde la prueba, no necesariamente a la generación de egreso, es decir si el alumno rinde 2 veces la prueba, podría cambiar su puntaje de Ranking, ya que cambia cuales son las 3 generaciones anteriores.

Para la construcción del Ranking de cada estudiante, se requieren 2 datos característicos de cada establecimiento para cada año:

- Promedio de notas del colegio (NC): Se calcula el promedio de cada una de las 3 generaciones anteriores considerando todos sus egresados. Promediando estas 3 notas se obtiene el promedio de notas del colegio.
- Nota máxima (MaxC): Para cada una de las 3 generaciones anteriores se busca el máximo, luego el promedio de estos 3 valores, que será la nota máxima del establecimiento.

Ambos datos se calculan con 2 decimales. Todas las notas se obtuvieron de la información anexa de las PSU para las generaciones 2008, 2007, 2006, 2005 y 2004. Para las generaciones antes de la PSU se obtuvo de la información anexa a la PAA 2003, 2002 y 2001. El Ranking puede ser igual o mayor al puntaje NEM del estudiante y se calcula de la siguiente manera:

- En caso de que el estudiante tenga un NEM inferior al promedio del establecimiento entonces su puntaje de Ranking será igual a su puntaje NEM.
- En caso de que el estudiante tenga un NEM mayor al promedio del establecimiento y menor al máximo, su puntaje se calculará linealmente, entre el NEM promedio del establecimiento y 850 puntos para la nota máxima del establecimiento.
- En caso de que el estudiante tenga una nota de egreso mayor al máximo del establecimiento, su puntaje de Ranking será 850.

En la figura 2.1 se observa la manera de construir el Ranking previamente descrito.

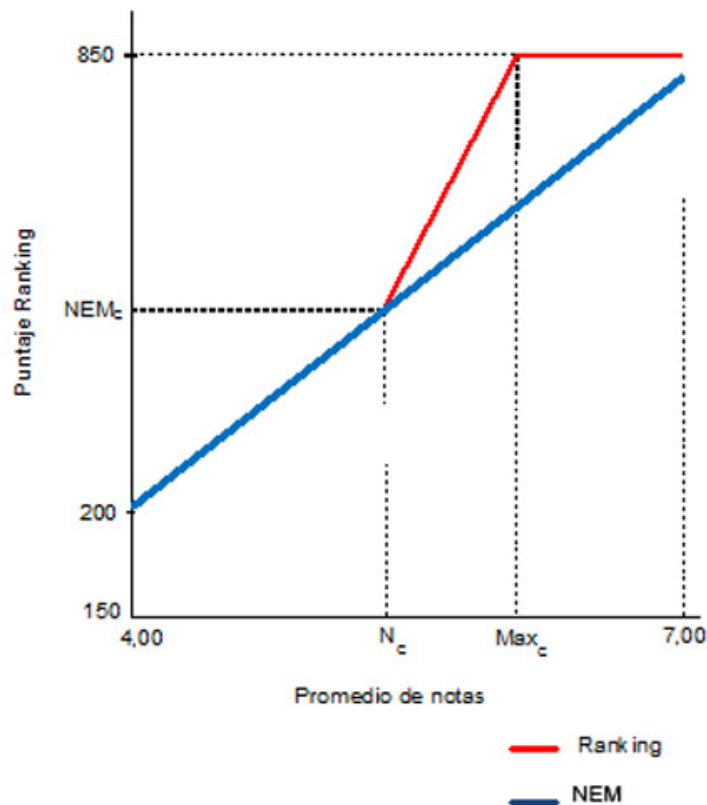


Figura 2.1: Cálculo del Ranking. Fuente: DEMRE

En la situación que existan menos de 30 alumnos para las 3 generaciones anteriores, el DEMRE declara que se agrupará con instituciones similares. Esta situación se presenta en pocas ocasiones para los estudiantes que ingresaron a la FCFM (un par de colegios nuevos) y se agrupó con instituciones de promedio similar. En caso de que el alumno fuese extranjero (egresado de colegio extranjero) o que diese exámenes libres, se le asignó como puntaje de Ranking su NEM.

También se calculó un Ranking puro, que busca reflejar de manera más fidedigna la posición del estudiante en su generación. El DEMRE, a través de una comisión, se encuentra estudiando la propuesta de un Ranking puro a partir del proceso 2016. Para el cálculo del Ranking puro que se utiliza en el presente trabajo, se requiere el percentil del estudiante  $Per_E$  entre las 3 generaciones anteriores. La fórmula es la siguiente:

$$Ranking_E = \mu + \sigma * \Phi^{-1}(1 - Per_E)$$

Donde la media  $\mu$  y la desviación estándar  $\sigma$  deben estar en concordancia con el resto de las pruebas y el NEM. Por esto se eligió el promedio del NEM 2013 que fue 540 puntos y la desviación estándar se eligió para que el percentil 1% obtuviera 850 puntos, que en este caso es 133. Finalmente  $\Phi(\cdot)$  es la distribución acumulada de la Normal(0,1).

# Capítulo 3

## Análisis multivariado

En el presente capítulo se analizarán los resultados de los modelos cross-section, buscando identificar y cuantificar los factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la FCFM. Se analizará de manera especial la relación entre la variable Ranking, construida como se mencionó en la sección 1.4, con el rendimiento académico. También estarán presentes en el análisis el resto de las variables que forman parte de la ponderación del sistema de admisión regular de la FCFM, es decir, PSU de Matemáticas, Lenguaje y Ciencias y el NEM. También serán parte las variables de control mencionadas en el capítulo 1. Es decir, se realizó un análisis multivariado para cada una de las variables de rendimiento que cuente con todas las variables independientes descritas.

### 3.1. Modelo

El modelo trabajado es una relación lineal para cada una de las variables de rendimiento. Estas se estimaran por MCO:

$$Y_i = \alpha + X_i\beta + C_i\gamma + \varepsilon_i \quad (3.1)$$

Donde

- $Y$ : Son las siguientes variables de rendimiento: promedio acumulado(2 tipos), unidades docentes reprobadas , número de ramos reprobados y % de avance. Todas estas variables acumuladas para cada año desde, primero a sexto.
- $X$ : Son las siguientes variables independientes: PSU de lenguaje, matemáticas y ciencias, NEM, Ranking y Ranking puro.
- $C$ : Son las siguientes variables de control: nacionalidad, sexo, región (dummy para metropolitana o no), educación de la madre como proxy de nivel socioeconómico, SIMCE del colegio de egreso y tipo de dependencia del colegio.

- $\varepsilon_i$ : Es el error estándar del modelo.

Los puntajes de la PSU, del Ranking y del NEM se dividieron en 25 solo para una mayor comodidad en el análisis. Es decir los coeficientes  $\beta$  que se obtengan de las regresiones, serán como influyen 25 puntos más en la variable de rendimiento. Por ejemplo, si se obtiene un coeficiente asociado a la PSU de ciencias de 0.1, con variable de rendimiento el promedio, esto significara que por cada 25 puntos más en la PSU de ciencias manteniendo el resto de las condiciones iguales el promedio subirá en 1 décima.

## 3.2. Resultados modelo inicial

A continuación se muestran los resultados obtenidos para 3 medidas de rendimiento, promedio ponderado reemplazando la reprobación o eliminación por 3.9, el número de UD reprobadas y el porcentaje de avance. Las otras 2 medidas de rendimiento se pueden encontrar en el anexo sobre el análisis multivariado. Solo se presentan los coeficientes  $\beta$  de la ecuación 3.1. Es importante mencionar que este análisis se realiza para las generaciones 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 sin distinguirlas entre si. Existirán algunas diferencias en la predictibilidad para estas generaciones cuando se realizan por separado. Esto se analiza en la sección 3.3.

En la tabla 3.1 se observan los resultados de los coeficientes para los promedios acumulados, desde primer año hasta sexto. Se observa que el mejor predictor es la PSU de Ciencias, a lo cual le sigue la PSU de Matemáticas, aunque ambas a medida que se avanza en la carrera van perdiendo predictibilidad. En cambio el NEM y el Ranking, aunque menor en un inicio, son estables para los 6 años. Finalmente la PSU de Lenguaje tiene un coeficiente muy bajo e incluso no es significativa en el tercer año.

Tabla 3.1: Promedio de notas acumulado

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	0.0907*** (0.00578)	0.0642*** (0.00483)	0.0517*** (0.00453)	0.0439*** (0.00449)	0.0356*** (0.00456)	0.0309*** (0.00463)
PSU_L	0.0143*** (0.00421)	0.00699* (0.00352)	0.00574 (0.00331)	0.00842* (0.00329)	0.00924** (0.00333)	0.0102** (0.00338)
PSU_C	0.111*** (0.00502)	0.0736*** (0.00425)	0.0656*** (0.00400)	0.0589*** (0.00398)	0.0559*** (0.00404)	0.0514*** (0.00411)
NEM	0.0518*** (0.0153)	0.0522*** (0.0127)	0.0558*** (0.0121)	0.0483*** (0.0120)	0.0504*** (0.0122)	0.0501*** (0.0124)
RANKING	0.0297* (0.0120)	0.0283** (0.00999)	0.0243* (0.00946)	0.0271** (0.00938)	0.0266** (0.00954)	0.0256** (0.00971)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.364	0.345	0.350	0.335	0.329	0.312

Standard errors in parentheses

R/E remplazado por 3.9

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

En la tabla 3.2 se presentan las unidades docentes reprobadas por año acumulado desde primero a sexto año. Se observa que nuevamente es la PSU de Ciencia la que mejor predice, naturalmente con un signo negativo, ya que a mayor puntaje se reprobarán menos ramos. Luego para los primeros años predice mejor la PSU de Matemáticas pero a medida que se avanza en la carrera pasa a ser un mejor predictor el Ranking. El NEM es no significativo inicialmente pero al sexto año tiene una predictibilidad similar a la PSU de Ciencias. Finalmente la PSU de lenguaje es para la mayoría de los años no significativa e inclusive con los signos en la dirección contraria a lo esperado.

Ahora se analiza la tabla 3.3, en la cual la variable independiente es el avance de los estudiantes. Como se ve anteriormente, el mejor predictor es la PSU de Ciencias y luego la de Matemáticas pero ambas van bajando fuertemente su predictibilidad, aunque nunca dejan de ser significativas. El Ranking en cambio, es un buen predictor ya que al ser estable y que las anteriores variables decaen, a partir del cuarto año es el predictor con mayor coeficiente. En este caso el NEM no es estadísticamente distinto de 0 y la PSU de Lenguaje curiosamente es negativa, aunque de magnitud muy menor.

Es importante mencionar que al estar el Ranking y el NEM fuertemente correlacionados como se observa en la tabla 2.5, cuando se estima un modelo con la presencia de ambos no es fácil analizar cómo aporta cada uno por separado a la predictibilidad general. Por esto se presentan a continuación resultados con las variables dependientes: promedio de notas y avance, manteniendo todos los regresores anteriores pero con solo uno de estas tres variables independientes: NEM, Ranking o Ranking puro.

En las tablas 3.4 y 3.5 se muestran los resultados solo de la variable en cuestión sin mostrar

Tabla 3.2: UD reprobadas

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	-1.998*** (0.284)	-1.994*** (0.331)	-1.955*** (0.420)	-1.974*** (0.550)	-1.551* (0.668)	-1.313 (0.737)
PSU_L	0.0330 (0.207)	0.613* (0.241)	0.732* (0.307)	0.597 (0.403)	0.519 (0.487)	0.489 (0.538)
PSU_C	-3.304*** (0.247)	-2.877*** (0.291)	-3.772*** (0.371)	-4.461*** (0.488)	-5.025*** (0.592)	-4.957*** (0.654)
NEM	-1.275 (0.753)	-1.660 (0.872)	-2.571* (1.119)	-3.084* (1.470)	-4.696** (1.783)	-5.938** (1.974)
RANKING	-1.272* (0.591)	-2.192** (0.684)	-2.977*** (0.877)	-3.819*** (1.151)	-3.948** (1.397)	-3.220* (1.548)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.167	0.171	0.203	0.197	0.200	0.184

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Tabla 3.3: Porcentaje de avance de la carrera

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	0.0266*** (0.00358)	0.0182*** (0.00236)	0.0134*** (0.00211)	0.0117*** (0.00207)	0.00816*** (0.00213)	0.00528** (0.00196)
PSU_L	-0.000200 (0.00261)	-0.00516** (0.00172)	-0.00532*** (0.00154)	-0.00388* (0.00151)	-0.00363* (0.00155)	-0.00320* (0.00143)
PSU_C	0.0413*** (0.00311)	0.0204*** (0.00208)	0.0180*** (0.00186)	0.0151*** (0.00183)	0.0129*** (0.00188)	0.00966*** (0.00174)
NEM	0.0148 (0.00948)	0.0108 (0.00622)	0.00632 (0.00562)	0.00677 (0.00552)	0.00891 (0.00567)	0.00714 (0.00524)
RANKING	0.0162* (0.00744)	0.0149** (0.00488)	0.0174*** (0.00441)	0.0176*** (0.00432)	0.0162*** (0.00445)	0.0135** (0.00411)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.163	0.162	0.173	0.177	0.161	0.131

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

los demás coeficientes. También se observa el R cuadrado ajustado, como medida de ajuste del modelo. Para ambas tablas y para todos los cursos el análisis es similar. El NEM tiene un mayor coeficiente, luego el Ranking y menor aunque muy cercano, el Ranking Puro. Para el caso del ajuste del modelo, es siempre mejor el Ranking puro, aunque las tres variables producen un ajuste similar.

Tabla 3.4: Promedio ponderado: Comparación

Modelos con NEM, RANKING o RANKING PURO por separado						
	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
NEM	0.0878*** 0.363	0.0865*** 0.344	0.0853*** 0.349	0.0812*** 0.332	0.0828*** 0.326	0.0813*** 0.309
RANKING	0.0684*** 0.362	0.0673*** 0.341	0.0659*** 0.345	0.0631*** 0.331	0.0642*** 0.324	0.0630*** 0.307
RANKING_P	0.0586*** 0.366	0.0577*** 0.348	0.0569*** 0.355	0.0547*** 0.342	0.0553*** 0.335	0.0542*** 0.317

Cada una de las filas es un modelo distinto. NEM significa que es un modelo con todas las variables de control y las 3 PSU. Primero se muestra el coeficiente de las variables y abajo el R cuadrado ajustado. Lo mismo para el RANKING y RANKING puro

Tabla 3.5: Avance: Comparación

Modelos con NEM, RANKING o RANKING PURO comparados						
	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
NEM	0.0346*** 0.162	0.0289*** 0.159	0.0275*** 0.167	0.0282*** 0.17	0.0286*** 0.156	0.0235*** 0.126
RANKING	0.0273*** 0.163	0.0230*** 0.161	0.0222*** 0.173	0.0226*** 0.176	0.0228*** 0.161	0.0188*** 0.13
RANKING_P	0.0238*** 0.167	0.0197*** 0.165	0.0194*** 0.183	0.0195*** 0.184	0.0194*** 0.165	0.0159*** 0.133

Cada una de las filas es un modelo distinto. NEM significa que es un modelo con todas las variables de control y las 3 PSU. Primero se muestra el coeficiente de las variables y abajo el R cuadrado ajustado. Lo mismo para el RANKING y RANKING puro

### 3.3. Resultados con cursos por separado

Otro aspecto importante de la predictibilidad de las variables independientes, es cómo estas varían a través del tiempo, es decir, cómo es la evolución de su predictibilidad al inicio en la mitad y al final de la carrera. Para esto se analizó con los mismos modelos anteriores,



pero esta vez se cambiaron las variables dependientes. En este caso, las variables son de los cursos por separado y no acumulado. Es decir, el promedio es de cada curso y no hasta cada cursos como antes, lo mismo con el avance. Esto permite analizar de mejor manera el cambio durante la carrera ya que no se arrastran los resultados obtenidos antes. Naturalmente los resultados para el primer año son los mismos que en el modelo anterior.

Para un análisis más cómodo los resultados de los coeficientes se presentan de manera gráfica, el avance en la 3.1 y el promedio en la 3.2, el resto de los modelos se encuentran en el Anexo sobre el análisis multivariado . Para el caso del Avance se observa como en un inicio es mejor la PSU de ciencias y luego de matemáticas, pero ambas decaen rápidamente. El NEM se comporta de manera variable, siendo un buen indicador hasta quinto año. Por último el Ranking es el predictor más estable siendo el de mayor coeficiente desde tercero en adelante, solo empatado en quinto con el NEM.

Para el caso del promedio en la 3.2 se observa que de primero a segundo año decaen fuertemente tanto la PSU de Matemáticas como la de Ciencias. Luego la prueba de matemáticas sigue disminuyendo su coeficiente hasta en quinto y sexto año tener un coeficiente similar a la prueba de Lenguaje. La prueba de ciencias se mantiene estable a partir del segundo año en su mayoría por debajo del NEM. El NEM es el mejor predictor para segundo tercero quinto y sexto. El Ranking es solo mejor que Lenguaje para primero segundo y tercero, luego pasa a la prueba de Matemáticas en cuarto, quinto y en sexto su coeficiente es muy similar a la prueba de Ciencias y ligeramente menor al NEM.

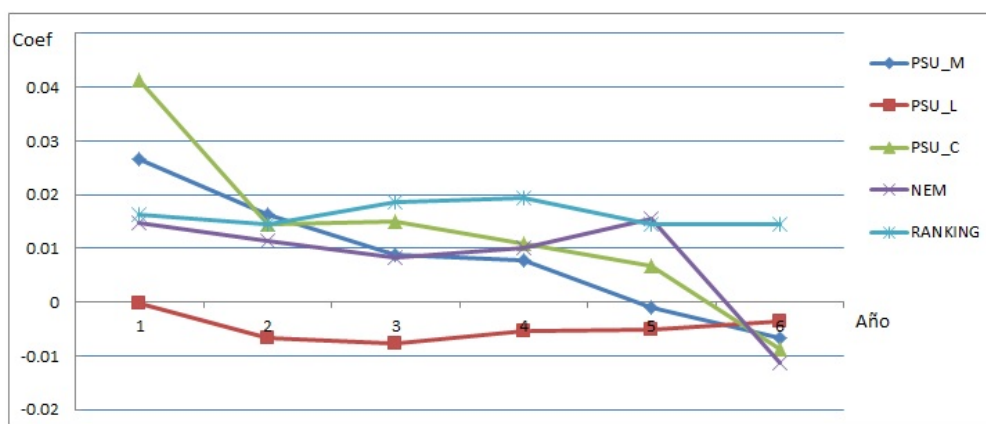


Figura 3.1: Avance en cursos por separado

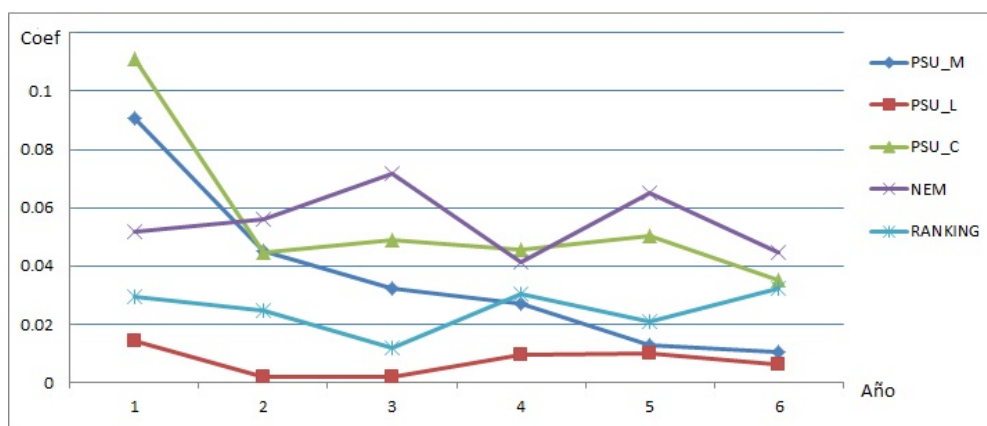


Figura 3.2: Promedio en cursos por separado

### 3.4. Otros resultados

En esta sección se ocuparán los mismos modelos anteriores, con algunos cambios, para analizar algunos aspectos que no son los principales pero aportan para entender el problema. Se analizarán 2 aspectos, primero se verá cómo el modelo cambia al separar por generación de ingreso entre las 5 generaciones analizadas, observándose importantes diferencias a las cuales se les intentará dar explicaciones. Segundo se estudiarán algunas interacciones para ver si la variable Ranking predice de una manera distinta para diferentes grupos.

Primero se analizan los resultados de las tablas 3.6 y 3.7, en estas se observan los modelos para las distintas generaciones del promedio y avance acumulado al cuarto año. En este modelo, al igual que antes se estima con las variables de control. Entre paréntesis se observan los intervalos de confianza de los coeficientes al 95%. En la tabla 3.6 se ve que la PSU de matemáticas pierde poder predictivo en las generaciones 2005 y 2008, lo que se explicaría en los gráficos 3.3, donde se observa una mayor dispersión en la prueba de matemáticas para los alumnos que ingresaron esos años, respecto a los otros. La prueba de matemáticas repite el problema con las mismas generaciones en la tabla 3.7.

Con el fin de analizar los distintos coeficientes de la prueba de matemáticas, en el anexo del análisis multivariado se presenta una matriz con la comparación de los coeficientes entre las distintas generaciones, donde la hipótesis nula es que los coeficientes son iguales. Se observa que existen coeficientes estadísticamente distintos entre sí, como las generaciones de 2007 y 2008.

La prueba de ciencias, gana predictibilidad para las generaciones 2005 y 2008, tanto para avance como para el promedio. Sin embargo, no se observa un comportamiento distinto de las generaciones en el diagrama de la PSU de Ciencias de los gráficos 3.3, por lo cual esto se explicaría por lo que sucedió en esas generaciones con la prueba de Matemáticas. La prueba de Ciencias es en general bastante estable.

Cuando se desagrega por generación, tanto el Ranking como el NEM, pierden poder pre-

dictivo, siendo en general no significativos. Lo que principalmente muestran estas tablas es que para distintas generaciones los resultados podrían variar.

Tabla 3.6: Promedio de notas al cuarto año por generación de ingreso

Generación	2004	2005	2006	2007	2008
PSU_M	0.0493*** [0.0244,0.0742]	0.0231* [0.00205,0.0442]	0.0526*** [0.0327,0.0726]	0.0584*** [0.0414,0.0753]	0.0300** [0.0109,0.0490]
PSU_L	0.00664 [-0.00889,0.0222]	-0.00402 [-0.0204,0.0123]	0.0218** [0.00712,0.0364]	0.0120 [-0.00154,0.0256]	0.00305 [-0.0112,0.0173]
PSU_C	0.0690*** [0.0502,0.0877]	0.0612*** [0.0399,0.0825]	0.0583*** [0.0406,0.0760]	0.0501*** [0.0339,0.0663]	0.0599*** [0.0409,0.0788]
NEM	0.0449 [-0.00934,0.0991]	0.0371 [-0.0256,0.0998]	0.0484 [-0.00443,0.101]	0.0584** [0.0150,0.102]	0.0420 [-0.0163,0.100]
RANKING	0.0342 [-0.00742,0.0759]	0.0429 [-0.00592,0.0918]	0.0326 [-0.00862,0.0738]	0.0111 [-0.0229,0.0451]	0.0236 [-0.0233,0.0705]
Observations	421	414	499	506	491
Adjusted $R^2$	0.390	0.345	0.360	0.307	0.276

95 % confidence intervals in brackets

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Tabla 3.7: Avance al cuarto año por generación de ingreso

Generación	2004	2005	2006	2007	2008
PSU_M	0.0144 [-0.000629,0.0294]	-0.00260 [-0.0150,0.00984]	0.0159* [0.00315,0.0287]	0.0209*** [0.0102,0.0316]	0.0113 [-0.000128,0.0227]
PSU_L	-0.00850 [-0.0179,0.000884]	-0.0101* [-0.0196,-0.000649]	-0.00675 [-0.0161,0.00260]	-0.00694 [-0.0153,0.00144]	-0.0107* [-0.0192,-0.00223]
PSU_C	0.0236*** [0.0125,0.0347]	0.0176** [0.00522,0.0299]	0.0184** [0.00724,0.0296]	0.0239*** [0.0138,0.0339]	0.0195*** [0.00815,0.0309]
NEM	0.00220 [-0.0302,0.0346]	0.0130 [-0.0228,0.0489]	-0.000109 [-0.0334,0.0332]	0.0214 [-0.00587,0.0487]	0.0139 [-0.0201,0.0478]
RANKING	0.0230 [-0.00195,0.0479]	0.0261 [-0.00196,0.0541]	0.0271* [0.001000,0.0531]	0.00658 [-0.0149,0.0281]	0.0104 [-0.0169,0.0376]
Observations	448	446	535	554	542
Adjusted $R^2$	0.151	0.202	0.126	0.142	0.098

95 % confidence intervals in brackets

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

También es importante analizar cómo el Ranking afecta a los distintos grupos que se pueden identificar con las variables de control. Esto se analiza, como habitualmente, con el modelo con variable dependiente avance en la tabla 3.8 y con el promedio ponderado en la tabla 3.9. Las interacciones que parecen interesantes son aquellas relacionadas con la dependencia del colegio y con el género del estudiante.

En el caso de la variable *rank\_sex* esta toma el valor del Ranking cuando el estudiante es mujer y 0 cuando es hombre. Se observa para ambas tablas de interacciones que el Ranking

tiene una mayor predictibilidad en el caso que el estudiante sea mujer, siendo significativo para la mayoría de los casos. Las otras 2 variables de interacción son *rank\_mun* y *rank\_pp*. La primera toma el valor del Ranking en caso de que el estudiante egresó de un colegio municipal y 0 si no, caso análogo para la segunda variable pero considerando si el estudiante egresó de colegio particular pagado. Se observa que ambas variables son negativas en las tablas 3.8 y 3.9, pero en la mayoría de los casos no son estadísticamente distintas de 0, solo en algunos casos la interacción *rank\_mun* es significativa y negativa. Es decir el Ranking predice un poco peor para los colegios municipales. Probablemente esto se deba a que son los liceos emblemáticos<sup>1</sup> los que proveen a la mayoría de los estudiantes de colegios municipales a la FCFM.

Del presente análisis se desprende principalmente que el Ranking predice ciertos aspectos del rendimiento académico; por lo cual debe ser considerado un aporte, junto a las demás variables que se ponderan en el sistema de admisión. El aporte principal del Ranking está relacionado con la predicción de la persistencia del estudiante, por ejemplo el avance de este a lo largo de la carrera. El Ranking predice mejor este resultado que otros instrumentos de selección.

Tabla 3.8: Porcentaje de avance de la carrera con interacciones

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	0.0272*** (0.00357)	0.0185*** (0.00236)	0.0137*** (0.00210)	0.0119*** (0.00206)	0.00838*** (0.00212)	0.00551** (0.00195)
PSU_L	-0.000289 (0.00260)	-0.00524** (0.00172)	-0.00545*** (0.00154)	-0.00401** (0.00151)	-0.00374* (0.00155)	-0.00329* (0.00143)
PSU_C	0.0411*** (0.00311)	0.0203*** (0.00208)	0.0180*** (0.00186)	0.0153*** (0.00183)	0.0130*** (0.00189)	0.00976*** (0.00174)
NEM	0.0158 (0.00947)	0.0113 (0.00622)	0.00659 (0.00562)	0.00713 (0.00551)	0.00913 (0.00567)	0.00737 (0.00524)
RANKING	0.0191* (0.00832)	0.0157** (0.00549)	0.0181*** (0.00496)	0.0215*** (0.00486)	0.0198*** (0.00502)	0.0173*** (0.00464)
rank_sex	0.0193** (0.00605)	0.0115** (0.00403)	0.0125*** (0.00361)	0.00803* (0.00357)	0.00665 (0.00366)	0.00609 (0.00335)
rank_mun	-0.0111* (0.00552)	-0.00576 (0.00368)	-0.00371 (0.00330)	-0.00845** (0.00324)	-0.00702* (0.00333)	-0.00764* (0.00310)
rank_pp	-0.00533 (0.00502)	-0.00151 (0.00340)	-0.00233 (0.00308)	-0.00526 (0.00301)	-0.00506 (0.00310)	-0.00509 (0.00288)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.167	0.165	0.177	0.180	0.163	0.133

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

<sup>1</sup>Los liceos conocidos coloquialmente como emblemáticos son un grupo de colegios municipales de mucha tradición y de alto rendimiento académico.

Tabla 3.9: Promedio con interacciones

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	0.0913*** (0.00578)	0.0647*** (0.00483)	0.0521*** (0.00452)	0.0443*** (0.00448)	0.0361*** (0.00455)	0.0315*** (0.00462)
PSU_L	0.0143*** (0.00421)	0.00688 (0.00352)	0.00552 (0.00331)	0.00815* (0.00328)	0.00900** (0.00332)	0.00996** (0.00337)
PSU_C	0.111*** (0.00502)	0.0736*** (0.00426)	0.0656*** (0.00400)	0.0590*** (0.00397)	0.0559*** (0.00404)	0.0514*** (0.00410)
NEM	0.0522*** (0.0153)	0.0526*** (0.0127)	0.0564*** (0.0121)	0.0490*** (0.0120)	0.0513*** (0.0122)	0.0511*** (0.0124)
RANKING	0.0363** (0.0135)	0.0315** (0.0113)	0.0264* (0.0107)	0.0312** (0.0106)	0.0297** (0.0108)	0.0296** (0.0110)
rank_sex	0.0180 (0.00979)	0.0150 (0.00826)	0.0205** (0.00777)	0.0200* (0.00776)	0.0187* (0.00784)	0.0221** (0.00792)
rank_mun	-0.0131 (0.00892)	-0.00879 (0.00754)	-0.00846 (0.00710)	-0.0122 (0.00703)	-0.0115 (0.00714)	-0.0147* (0.00732)
rank_pp	-0.0111 (0.00812)	-0.00542 (0.00698)	-0.00474 (0.00663)	-0.00659 (0.00655)	-0.00494 (0.00664)	-0.00585 (0.00680)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.365	0.346	0.352	0.337	0.331	0.315

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

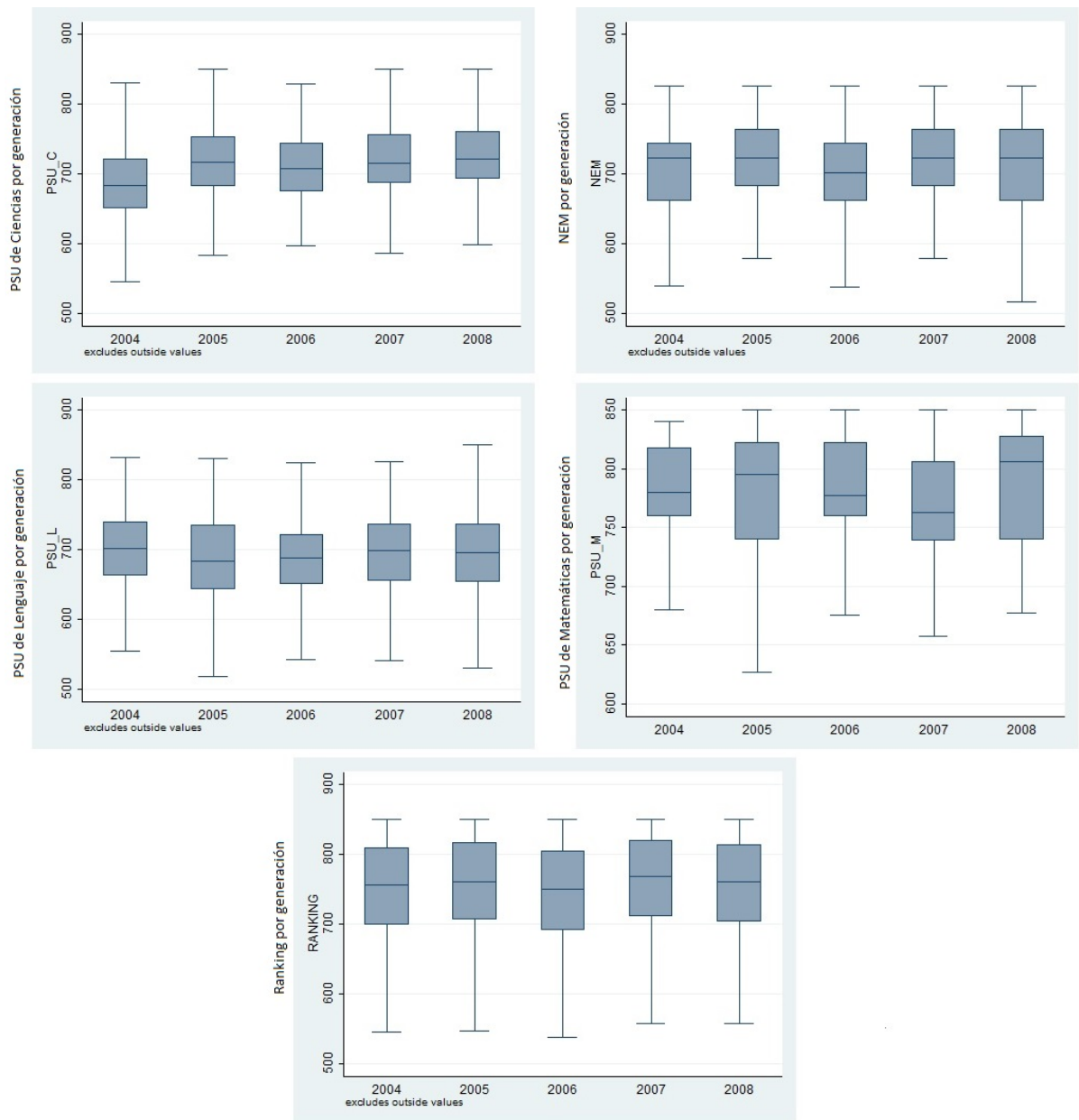


Figura 3.3: Diagrama de cajas para las distintas variables ponderadas por generación

# Capítulo 4

## Modelo de duración

Los modelos de duración buscan analizar el comportamiento de una variable que representa el momento que ocurre un evento. Es decir la variable que interesa analizar es el tiempo transcurrido desde el inicio hasta el término de un evento. Por ejemplo, en este trabajo se analizarán 4 variables que representan tiempos transcurridos en un estado. La primera variable será la duración de un estudiante antes de desertar, la segunda será la duración en plan común, la tercera será el tiempo transcurrido antes de la primera reprobación o eliminación de un curso y la cuarta será el tiempo transcurrido antes de titularse.

Si bien estas cuatro variables se podrían estimar como se hizo en el capítulo 3, es decir por MCO. El problema es que los supuestos necesarios no parecen correctos. Por ejemplo, que los errores se distribuyen de manera normal, lo cual no ocurre en este tipo de eventos ya que el error se desvía bastante de la normalidad, otro ejemplo es que la forma funcional de la variable  $t$  debiera ser no lineal. Es por esto que los modelos de duración dejan de lado el supuesto de normalidad, por una estructura más adecuada para estos modelos. A continuación se presenta una breve descripción de la estructura de los modelos.

La variable aleatoria  $T > 0$  determina el momento en que el evento modelado falla o termina, siendo su respectiva función de densidad y función de distribución:

$$f(t) \quad \text{tal que} : \quad F(t) = P[T \leq t]$$

Luego se define la función de supervivencia  $S(t)$  como la probabilidad de que el evento aun no ocurra en el tiempo  $t$ , es decir al menos se dura hasta  $t$ :

$$S(t) = 1 - F(t) = P[T \geq t]$$

La tasa de riesgo (hazard rate)  $h(t)$ , es una medida de riesgo acumulado que representa la posibilidad de falla, dado que estoy en  $t$ . Se define:

$$h(t) = \frac{f(t)}{S(t)}$$

Los modelos de duración se dividen entre los paramétricos y no paramétricos. En el presente análisis interesa trabajar con los modelos paramétricos, ya que estos permiten relacionar las variables independientes, las mismas que en el capítulo 2, con la variable de duración. En los modelos paramétricos existen distintas distribuciones que permiten describir los modelos. Estas distribuciones son: Exponencial, Weibull, Gompertz, Log-normal, Log-logístico y Gamma generalizado. A su vez existen diferentes métricas asociadas como son el tiempo de falla acelerado (AFT) y los modelos de tasa proporcional (PH). Las distribuciones y su parametrización se encuentran en la tabla 4.1.

Tabla 4.1: Distribuciones de Duración Paramétricas

<b>Distribución</b>	<b>Métrica</b>	<b>Riesgo</b>
Exponencial	PH y AFT	constante
Weibull	PH y AFT	monótona
Gompertz	PH	monótona
Log-normal	AFT	variable
Log-logística	AFT	variable
Gamma	AFT	variable

Para el caso de los modelos de falla acelerada (AFT), el logaritmo de la tasa de supervivencia  $t_i$  del individuo  $i$ , queda como una función lineal:

$$\ln(t_i) = x_i\beta + z_i$$

Donde  $x_i$  son las variables independientes,  $\beta$  son los coeficientes y  $z_i$  es el error cuya densidad es  $f()$ . La distribución asociada a esta densidad determina el tipo de modelo de duración. Para el caso de los modelos de riesgo proporcional (PH) las variables independientes multiplican la función de riesgo:

$$h(t_i) = h_0(t)g(x_i)$$

Con  $h_0(t)$  la base de la función de riesgo (baseline hazard) que es común a todos los individuos,  $g(x_i)$  es una función no negativa de las variables independientes, que normalmente se escoge de manera arbitraria como  $g(x_i) = e^{x_i\beta}$ . La función  $h_0(t)$  puede ser o no parametrizada, en caso de no serlo se trabaja con el modelo de riesgo de proporcionalidad de Cox. En caso de si ser parametrizada, será a través de alguna de las formas funcionales de los modelos PH expuestos.



Para cada uno de los modelos de duración se partirá con el método de riesgos proporcionales de Cox. Como se mencionó, este es un método semi-paramétrico, el cual no impone una estructura al riesgo base. Luego al hacer una transformación logarítmica al modelo, este queda como función lineal de las variables independientes:

$$\ln(h(t_i|x_i)) = \ln(h_0(t)) + x_i\beta$$

Como habitualmente los coeficientes  $\beta$  son los que se deben estimar en el método. Las funciones de riesgo base son las mismas para cada individuo, luego el cociente entre las funciones de riesgo de 2 individuos será constante en el tiempo. Posteriormente de estimar el modelo se realiza el test de residuos de Schoenfeld, el cual permite, en caso de encontrar evidencia, dejar de lado los modelos PH y solo comparar los modelos AFT.

Para decidir qué modelo es el que mejor describe los eventos descritos, se estimarán todos los métodos descritos en la tabla 4.1 descartando los PH, según sea el caso. Para comparar estos modelos paramétricos se puede utilizar el estimador de máxima verosimilitud y el test de wald, pero el criterio que se usará es el de Akaike, dado que este integra el criterio de máxima verosimilitud y a su vez lo penaliza por el número de parámetros a estimar:

$$AIC = 2(c + p + 1) - 2(\ln(\text{likelihood}))$$

Con  $p$  el número de parámetros específicos del modelo y  $c$  el número de regresores. Así el modelo que se escogerá no será necesariamente el de máxima verosimilitud, si no, el de menor  $AIC$

Es claro que para algunos de los estudiantes han terminado los eventos modelados y para otros no, es decir por ejemplo no todos los estudiantes se han titulado o han terminado plan común, lo mismo para la primera reprobación o la eliminación. El problema referido, es decir el tener observaciones incompletas del tiempo de supervivencia se conoce como censura, en particular cuando la falla aún no ha ocurrido se conoce como censura por la derecha. En el presente estudio no hay censura por la izquierda, es decir que el fenómeno aun no haya comenzado.

## 4.1. Modelo de duración: Deserción

Como se mencionó se inicia el análisis con el método de riesgos proporcionales de Cox, los resultados se observan en la tabla 4.2. Se observa que de los 2804 estudiantes de las 5 generaciones, alrededor de un 20% desertara. Este método nos presenta un primer indicio de como afectaran la velocidad de deserción las variables independientes, por ejemplo solo se observa que las pruebas de Matemáticas y de Ciencias y la dummy de ser o no de una región distinta a la metropolitana son significativas al 1%. Tanto la prueba de Matemáticas

como la de Ciencias al ser sus coeficientes negativos disminuyen su hazard rate por tanto frenan el evento, en cambio el ser de regiones lo acelera. El modelo se realizó con las mismas variables independientes y variables de control que en el capítulo 2, pero solo se presentan los coeficientes de las variables que resulten más importantes.

Tabla 4.2: Resultado estimación de Cox: Deserción

			Coef.	$P >  z $	Hazard R.
N° de estudiantes	2804	PSU_M	-0.147	0	0.864
N° de fallas	551	PSU_L	0.043	0.026	1.044
Prob>chi2	0.00	PSU_C	-0.164	0	0.849
Log likelihood	-4229.9724	NEM	-0.030	0.685	0.971
		RANKING	-0.093	0.105	0.911
		SEX_HOM	-0.065	0.572	0.937
		REG_OTRA	0.278	0.006	1.321

Para testear el supuesto de que los riesgos son proporcionales se ocupa el test de los residuos de Schoenfeld sobre el modelo de Cox. El resultado de este test para algunas variables y el resultado global se encuentra en la tabla 4.3. Se observa que solo la PSU de lenguaje y la dummy para género tienen problemas con cumplir el supuesto de proporcionalidad. Dado el test global, no se encuentra evidencia que el modelo viole el supuesto de proporcionalidad a nivel general, por lo cual también se estimarán modelos PH.

Tabla 4.3: Test de riesgo proporcional: Deserción

	chi2	Prob>chi2
PSU_M	0.74	0.388
PSU_L	5.01	0.025
PSU_C	0.09	0.770
NEM	0.04	0.836
RANKING	0.33	0.565
SEX_HOM	5.16	0.023
REG_OTRA	1.44	0.230
Global Test	29.61	0.076

Se estimaron todos los modelos con excepción de Gamma, dado que para ese modelo no logró convergencia. Los resultados de las principales variables, el test AIC y la máxima verosimilitud se presentan en la tabla 4.4. Tanto el criterio de máxima verosimilitud como el criterio AIC llevan a la misma conclusión. El modelo elegido es Gompertz.

Tabla 4.4: Resumen estimaciones paramétricas: Deserción

	Exponencial (PH)	Exponencial (AFT)	Weibull (PH)	Weibull (AFT)	Gompertz (PH)	Loglogístico (AFT)	LogNormal (AFT)
PSU_M	-0.156	0.156	-0.150	0.222	-0.145	0.223	0.212
PSU_L	0.044	-0.044	0.043	-0.064	0.043	-0.065	-0.060
PSU_C	-0.157	0.157	-0.157	0.232	-0.161	0.241	0.219
NEM	-0.032	0.032	-0.030	0.044	-0.029	0.043	0.040
RANKING	-0.101	0.101	-0.097	0.144	-0.093	0.150	0.139
AIC	4368.156	4368.156	4262.676	4262.676	4033.878	4234.598	4178.834
Log Likelihood	-2163.078	-2163.078	-2109.338	-2109.338	-1994.939	-2095.299	-2067.417

Los resultados del modelo de Gompertz se observan en detalle en la tabla 4.5. Se observa que las pruebas de matemáticas y ciencias y el ser de regiones son variables significativas al 1 %, la prueba de lenguaje es significativa al 5 % y el resto de las variables no son significativas, aunque el Ranking tiene una significancia cercano al 10 %. 25 puntos más de las pruebas de matemáticas y ciencias multiplican el riesgo por 0.865 y 0.851 respectivamente. El ser de regiones aumenta el riesgo en un 31 % y 25 puntos más en la prueba de lenguaje aumentan la tasa de riesgo en un 4 %. Por último 25 puntos más en el Ranking disminuyen el riesgo en un 9 %. Estos resultados son consistentes con la estimación del método de Cox.

Tabla 4.5: Estimación paramétrica Gompertz: Deserción

	Coef.	$P >  z $	Hazard R.
PSU_M	-0.145	0.000	0.865
PSU_L	0.043	0.026	1.044
PSU_C	-0.161	0.000	0.851
NEM	-0.029	0.689	0.971
RANKING	-0.093	0.105	0.911
SEX_HOM	-0.066	0.571	0.936
REG_OTRA	0.273	0.007	1.314
Constante	10.985	0.000	
Gamma	-0.166	0.000	

Luego para observar mejor el impacto del NEM, Ranking o Ranking puro en la deserción, se estimaron 3 modelos similares al realizado para la tabla 4.5. Con la diferencia que solo se ocupa una de las tres variables mencionadas, es decir, todas las variables habituales y el NEM, el Ranking o el Ranking puro. Se observan los resultados en la tabla 4.6. Ambos Rankings disminuyen el riesgo alrededor de un 10 % y el NEM lo hace en un 14 %. Siendo estas tres variables significativas en sus modelos. Los tres modelos con mayor detalle se presentan en el anexo de los modelos de duración.

Tabla 4.6: Comparación de estimación paramétrica Gompertz: Deserción

	NEM	RANKING	RANKING_P
Coef.	-0.144	-0.115	-0.096
$P >  z $	0.000	0.000	0.000
Hazard R.	0.866	0.892	0.908

Cada columna es un modelo distinto. Se presenta solamente la variable particular del modelo. NEM, Ranking o Rankin puro

## 4.2. Modelo de duración: Término plan común

A continuación se presentan los resultados para la medida de avance parcial de la carrera, es decir el término de plan común, lo que se considera partir de haber aprobado el último curso matemático común a todas la carreras. Se presenta la estimación de Cox en la tabla 4.7. Con 2854 estudiantes, se presentan 2381 fallas, es decir estudiantes que terminaron plan común. Para este caso se observa que la mayoría de la variables son significativas, solo el NEM no lo es. Las pruebas de Matemáticas y Ciencias, la dummy de género y la dummy de ser o no de regiones son significativas al 1%. La prueba de Lenguaje y el Ranking son significativas al 5%. Las pruebas de Matemáticas y Ciencias, el Ranking y el ser de género masculino aumentan la tasa de riesgo, la prueba de Lenguaje y el ser de regiones lo disminuyen.

Tabla 4.7: Modelo de duración: T. Plan Común

			Coef.	$P >  z $	Hazard R.
N° de estudiantes	2854	PSU_M	0.110	0	1.116
N° de fallas	2381	PSU_L	-0.023	0.015	0.977
Prob>chi2	0.00	PSU_C	0.096	0	1.101
Log likelihood	-16882.534	NEM	0.044	0.2	1.045
		RANKING	0.061	0.022	1.063
		SEX_HOM	0.196	0.001	1.216
		REG_OTRA	-0.178	0.001	0.837

En la tabla 4.8 se analizan los resultados del test de proporcionalidad de los residuos de Schoenfeld. Se observa que la prueba de ciencias presenta problemas para cumplir con el supuesto. A su vez el test global muestra que el modelo no cumple con el supuesto de riesgo proporcional, por lo que no se estimarán los modelos PH.

Tabla 4.8: Test de riesgo proporcional: T. Plan Común

	chi2	Prob>chi2
PSU_M	5.45	0.020
PSU_L	2.84	0.092
PSU_C	16.17	0.000
NEM	0.01	0.937
RANKING	3.71	0.054
SEX_HOM	2.05	0.152
REG_OTRA	0.14	0.712
Global Test	86.79	0.000

Se presentan todas las estimaciones paramétricas de tiempo acelerado (AFT) en la tabla 4.9. Es importante mencionar que los coeficientes de los modelos AFT se interpretan de manera distinta a los modelos PH, dado que en los modelos AFT hay una relación lineal con la variable del logaritmo del tiempo de falla. En cambio, en los modelos PH la relación de los coeficientes es lineal con los logaritmos de la tasa de riesgo. Es por esto que normalmente los signos cambian. Luego, al comparar los modelos por el criterio de máxima verosimilitud y el criterio AIC, se elige el modelo Gamma.

Tabla 4.9: Resumen estimaciones paramétricas: T. Plan Común

	Exponencial (AFT)	Weibull (AFT)	Loglogístico (AFT)	LogNormal (AFT)	Gamma (AFT)
PSU_M	-0.071	-0.066	-0.034	-0.045	-0.013
PSU_L	0.021	0.018	0.013	0.014	0.006
PSU_C	-0.075	-0.071	-0.035	-0.047	-0.004
NEM	-0.040	-0.043	-0.010	-0.020	-0.009
RANKING	-0.036	-0.027	-0.029	-0.029	-0.001
AIC	7039.764	6456.880	4778.206	5138.634	2046.084
Log Likelihood	-3498.882	-3206.440	-2367.103	-2547.317	-1000.042

Con un mayor detalle se presentan los resultados del modelo Gamma en la tabla 4.10. Se observa que solo la prueba de matemáticas y lenguaje son significativas al 1%, la prueba de Ciencias y la dummy para genero lo son al 5% y la el ser de regiones al 10%. EL NEM y Ranking no son significativos. 25 puntos más en la prueba de Matemáticas acelera el termino de plan común en un 1.3%. El ser hombre en un 2.3%. El ser de regiones aumenta el tiempo en un 1.6%. El resto de las variables afecta en una magnitud menor al 1%.

Tabla 4.10: Estimación paramétrica Gamma: T. Plan Común

	Coef.	$P >  z $	T. Ratios
PSU_M	-0.013	0.000	0.987
PSU_L	0.006	0.000	1.006
PSU_C	-0.004	0.020	0.996
NEM	-0.009	0.144	0.991
RANKING	-0.001	0.910	0.999
SEX_HOM	-0.023	0.012	0.977
REG_OTRA	0.016	0.057	1.016
Constante	2.081	0.000	
sigma	0.164	0.000	
kappa	-3.067	0.170	

Para observar mejor el impacto del NEM, Ranking o Ranking puro en el término del plan común, se estimaron 3 modelos similares al realizado para la tabla 4.10. Con la diferencia que solo se ocupa una de las tres variables mencionadas, es decir, todas las variables habituales y el NEM, el Ranking o el Ranking puro. Se observan los resultados en la tabla 4.11. El Ranking y el Ranking puro disminuyen el tiempo en que se termina el plan común en un 0.7% y 0.5% respectivamente. El NEM lo hace en un 0.9%. Siendo estas tres variables significativas en sus modelos. Los tres modelos con mayor detalle se presentan en el anexo de los modelos de duración.

Tabla 4.11: Comparación de estimación paramétrica Gamma: T. Plan Común

	NEM	RANKING	RANKING_P
Coef.	-0.009	-0.007	-0.005
$P >  z $	0.000	0.000	0.000
Hazard R.	0.991	0.993	0.995

Cada columna es un modelo distinto. Se presenta solamente la variable particular del modelo. NEM, Ranking o Rankin puro

### 4.3. Modelo de duración: Primera reprobación

La gran mayoría de los estudiantes reprueba o elimina un ramo. Por ende la censura en este caso es muy baja. De los 2854 estudiantes 2779 falla en algún momento. En la tabla 4.12 se presentan los resultados de método semi paramétrico de Cox. Se observa que las pruebas de Ciencias y Matemáticas y la dummy de género son significativas al 1%. La dummy de ser o no de regiones tienen significancia del 10% y es la única variable de las anteriormente mencionadas que aumenta el riesgo de falla. El resto de las variables disminuyen el riesgo de falla.

Tabla 4.12: Modelo de duración: Primera reprobación

			Coef.	$P >  z $	Hazard R.
N° de estudiantes	2854	PSU_M	-0.037	0.001	0.963
N° de fallas	2779	PSU_L	0.005	0.584	1.005
Prob>chi2	0.00	PSU_C	-0.054	0	0.948
Log likelihood	-19162.242	NEM	-0.038	0.222	0.963
		RANKING	-0.003	0.895	0.997
		SEX_HOM	-0.153	0.003	0.858
		REG_OTRA	0.084	0.08	1.087

Para analizar el supuesto de riesgos proporcionales se observa, al igual que antes, el test de residuos de Schoenfeld sobre los resultados de Cox. Se puede ver en la tabla 4.13 que las pruebas de Ciencias y Matemáticas tiene problemas con el supuesto de proporcionalidad y se puede descartar que el modelo cumpla de manera global el supuesto de riesgos proporcionales, por lo que solo se consideran los modelos de duración de falla acelerada.

Tabla 4.13: Test de riesgo proporcional: Primera reprobación

	chi2	Prob>chi2
PSU_M	0.13512	0.000
PSU_L	0.00633	0.735
PSU_C	0.18768	0.000
NEM	0.02555	0.190
RANKING	0.03104	0.110
SEX_HOM	0.05292	0.005
REG_OTRA	-0.03301	0.082
Global Test	354.04	0.000

Para elegir el modelo adecuado, se deberían haber estimado con todos los métodos de falla acelerada, pero al igual que en la sección 3.1 no fue posible estimar suponiendo distribución Gamma, dado que nuevamente no se logró convergencia. Los coeficientes de los distintos modelos y sus respectivos criterios de decisión se presentan en la tabla 4.19. El modelo elegido tanto por el criterio de máxima verosimilitud y el criterio AIC es el Loglogístico.

Tabla 4.14: Resumen estimaciones paramétricas: Primera Reprobación

	Exponencial (AFT)	Weibull (AFT)	Loglogístico (AFT)	LogNormal (AFT)
PSU_M	0.005	-0.001	0.037	0.030
PSU_L	-0.008	-0.010	0.000	0.000
PSU_C	-0.002	-0.011	0.045	0.032
NEM	0.003	-0.001	0.019	0.016
RANKING	-0.006	-0.008	0.015	0.008
AIC	7136.936	6866.068	3763.017	4628.272
Log Likelihood	-3547.468	-3411.034	-1859.509	-2292.136

En la tabla 4.15 se presentan los resultados del método Loglogístico con mayor detalle. Se observan resultados similares a los obtenidos con el método de Cox. Las pruebas de Ciencias y Matemáticas y la dummy de género presentan una significancia al 1 %. La dummy de ser o no de regiones presenta una significancia del 5 %. El resto de las variables no son significativas. 25 puntos más en la PSU de Matemáticas retrasa la primera reprobación un 3.8 %, en la PSU de Ciencias un 4.6 %. Ser de género masculino retrasa la falla en un 9.3 % y el ser de regiones la acelera en un 4.7 %. Los resultados son consistentes con los obtenidos en la estimación semi paramétrica de Cox.

Tabla 4.15: Estimación paramétrica Log Logistico: Primera Reprobación

	Coef.	$P >  z $	T. Ratios
PSU_M	0.037	0.000	1.038
PSU_L	0.000	0.984	1.000
PSU_C	0.045	0.000	1.046
NEM	0.019	0.162	1.019
RANKING	0.015	0.158	1.015
SEX_HOM	0.089	0.000	1.093
REG_OTRA	-0.048	0.019	0.953
Constante	-3.494	0.000	
Gamma	0.251	0.259	

Al igual que en las secciones anteriores para observar mejor el impacto del NEM, Ranking o Ranking puro en la primera reprobación, se estimaron 3 modelos similares al realizado para la tabla 4.15. Nuevamente solo se ocupa una de las tres variables mencionadas, es decir, todas las variables habituales y el NEM, el Ranking o el Ranking puro. Se observan los resultados en la tabla 4.16. El Ranking y el Ranking puro disminuyen el tiempo en que se termina el plan común en un 2.9 % y 2.5 % respectivamente. El NEM lo hace en un 3.7 %. Siendo estas tres variables significativas en sus modelos. Los tres modelos con mayor detalle se presentan en el anexo de los modelos de duración.



Tabla 4.16: Comparación de estimación paramétrica Log Logístico: Primera Reprobación

	NEM	RANKING	RANKING_P
Coef.	0.037	0.029	0.025
$P >  z $	0.000	0.000	0.000
Hazard R.	1.038	1.030	1.026

Cada columna es un modelo distinto. Se presenta solamente la variable particular del modelo. NEM, Ranking o Rankin puro

## 4.4. Modelo de duración: Titulación

El último modelo de duración a analizar es el de titulación. El número de estudiantes a analizar es menor a los casos anteriores debido a que como se muestra en la estadística descriptiva solo se trabaja con las generaciones ingresadas el 2004, 2005 y 2006. De los 1666 estudiantes se titularon 980, es decir cerca del 60%. El resto de los estudiantes fue eliminado o aun está cursando alguna carrera en la escuela. Los resultados de la metodología semi paramétrica de Cox se encuentran presentes en la tabla 4.17. Se observa que solo son significativas al 1% la prueba de Ciencias y la dummy de ser o no de regiones. Luego el NEM es significativo al 5% y el resto de las variables no son estadísticamente distintas de 0. La prueba de Ciencias y el NEM aumentan el Riesgo de falla y el ser de regiones lo disminuye. Recordar que en este caso la falla es titularse, por lo cual aumentar el riesgo es algo deseable.

Tabla 4.17: Modelo de duración: Titulación

			Coef.	$P >  z $	Hazard R.
N° de estudiantes	1666	PSU_M	0.027	0.179	1.027
N° de fallas	980	PSU_L	0.004	0.812	1.004
Prob>chi2	0.00	PSU_C	0.069	0	1.071
Log likelihood	-6585.1794	NEM	0.106	0.048	1.112
		RANKING	0.031	0.451	1.032
		SEX_HOM	-0.071	0.428	0.932
		REG_OTRA	-0.248	0.004	0.780

Como en todos los modelos de duración antes expuestos, se analiza el supuesto de proporcionalidad mediante el test de residuos de Schoenfeld sobre los resultados de Cox. Los resultados del test se presentan en la tabla 4.18. A nivel individual solo la prueba de Ciencias tiene problemas con el supuesto. De manera general el test indica que se viola el supuesto de proporcionalidad global del modelo. Por ende se descartan todos los modelos PH.

Tabla 4.18: Test de riesgo proporcional: Titulación

	chi2	Prob>chi2
PSU_M	0	0.979
PSU_L	0.58	0.445
PSU_C	5.59	0.018
NEM	1.67	0.197
RANKING	0.02	0.883
SEX_HOM	0.02	0.883
REG_OTRA	0.71	0.400
Global Test	53.71	0.000

En la tabla 4.19 se presentan los coeficientes y los criterios de elección de todos métodos de falla acelerada. Se observa que para todos los modelos presentan coeficientes similares, solo el método Exponencial difiere de los demás. Los criterios de AIC y de máxima verosimilitud llevan a la elección del modelo Gamma, al igual que el termino de plan común.

Tabla 4.19: Resumen estimaciones paramétricas: Titulación

	Exponencial (AFT)	Weibull (AFT)	Loglogístico (AFT)	LogNormal (AFT)	Gamma (AFT)
PSU_M	-0.013	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004
PSU_L	-0.002	0.001	0.002	0.001	-0.001
PSU_C	-0.038	-0.019	-0.017	-0.016	-0.009
NEM	-0.063	-0.023	-0.026	-0.023	-0.012
RANKING	-0.027	-0.003	-0.004	-0.004	-0.005
AIC	3109.238	1160.715	934.030	876.553	569.033
Log Likelihood	-1533.619	-558.357	-445.015	-416.276	-261.517

Se presentan en mayor detalle los resultados de la estimación paramétrica Gamma en la tabla 4.20. Se observa que es significativa al 1% solo la prueba de Ciencias. La prueba de Matemáticas y el NEM son significativas al 10%. El resto de las variables no son significativas. Se observa que 25 puntos más en la prueba de Ciencias aumenta en un 1% la velocidad de titulación, por ejemplo si normalmente el estudiantes se iba a titular en 14 semestres, entonces con 25 puntos más se titularía 25 días antes. Este es un resultado similar a lo que ocurre con el NEM y la prueba de Matemáticas aumenta la velocidad en un 0.4%

Tabla 4.20: Estimación paramétrica Gamma: Titulación

	Coef.	$P >  z $	T. Ratios
PSU_M	-0.004	0.096	0.996
PSU_L	-0.001	0.578	0.999
PSU_C	-0.009	0.000	0.991
NEM	-0.012	0.088	0.988
RANKING	-0.005	0.351	0.995
SEX_HOM	-0.008	0.466	0.992
REG_OTRA	0.007	0.557	1.007
Constante	3.883	0.000	
sigma	-1.847	0.000	
kappa	-2.339	0.000	

Para observar mejor el impacto del NEM, Ranking o Ranking puro en el tiempo de titulación, se estimaron 3 modelos similares al realizado para la tabla 4.20. Nuevamente solo se ocupa una de las tres variables mencionadas, es decir, todas las variables habituales y el NEM, el Ranking o el Ranking puro. Se observan los resultados en la tabla 4.21. El Ranking y el Ranking puro disminuyen el tiempo en que se titula el estudiante en un 1.4% y 1.3% respectivamente. El NEM lo hace en un 1.8%. Siendo estas tres variables significativas en sus modelos. Los tres modelos con mayor detalle se presentan en el anexo de los modelos de duración.

Tabla 4.21: Comparación de estimación paramétrica Gamma: Titulación

	NEM	RANKING	RANKING_P
Coef.	-0.018	-0.014	-0.013
$P >  z $	0.000	0.000	0.000
Hazard R.	0.982	0.986	0.987

Cada columna es un modelo distinto. Se presenta solamente la variable particular del modelo. NEM, Ranking o Rankin puro

El Ranking y el NEM por separado tienen un importante poder predictivo en los modelos de duración, el que es mayor que el resto de los instrumentos de selección. Sin embargo, cuando ambas variables están presentes dejan de ser significativas, principalmente porque están altamente correlacionadas.

# Conclusiones

El objetivo del presente trabajo ha sido estudiar y determinar la capacidad predictiva del Ranking de Notas en el rendimiento académico de los estudiantes de la FCFM.

Con ese propósito se desarrollaron distintas medidas de desempeño académico que apuntaron a entender el rendimiento de una manera amplia. Para asegurar robustez de los resultados el estudio se trabajó con diversos modelos.

A partir de los datos con los que se desarrolló el trabajo surgen aspectos que deben ser tomados en cuenta en el análisis. Primero, se observa que la PSU de Matemáticas está correlacionada negativamente con todas las demás pruebas, debido que a mayor puntaje en esa prueba se requiere menor puntaje en el resto de las variables que se ponderan. Otro aspecto importante es la fuerte correlación entre el NEM, el Ranking y el Ranking puro. Por ello es que en presencia del NEM y del Ranking en los modelos, estos tienen coeficientes menores, en comparación a si se encuentra presente solo una de las variables.

Al analizar las desviaciones estándar de las variables, que son parte del sistema de admisión, se observa que la prueba de Matemáticas es la que menos varía; en cambio, el Ranking y el Ranking puro son las variables que tienen una mayor varianza en la población estudiada. Esto permite pensar que al evaluar la predictibilidad en función de cuanto afecta una desviación estándar más de la variable en cuestión, el Ranking y Ranking puro aumentarían el valor de su incidencia.

También se destaca que las variables de selección no se comportan exactamente igual a través de las generaciones; y probablemente no lo hagan en las generaciones venideras; por lo cual es importante trabajar con las cinco generaciones juntas en vez de alguna generación en particular. Una generación podría tener características muy particulares en cambio cinco generaciones debieran reflejar mejor el comportamiento y las características de los estudiantes en promedio para el futuro.

A partir de los modelos multivariados se obtienen las siguientes conclusiones. Tal como lo indica la evidencia nacional así como internacional, las pruebas estandarizadas serían un buen predictor del rendimiento. En particular, las pruebas de Ciencia y de Matemáticas tienen un importante poder predictivo en las distintas medidas de rendimiento; aunque en general la prueba de Ciencias tiene un coeficiente mayor. Para ambas pruebas su poder predictivo va decayendo a medida que los estudiantes avanzan en la carrera.

También se observa que el NEM es un buen predictor para el promedio de notas en la

Universidad; y el número de unidades docentes reprobadas; pero no es significativo cuando se estudia el avance en la carrera. En cambio, el Ranking, es el que mejor predice el avance, siendo también significativo en el resto de los indicadores de desempeño. Otro aspecto importante del Ranking, y en menor medida del NEM, es casi no pierden predictibilidad a medida que se avanza en la carrera. En este sentido el Ranking es un predictor más estable que las pruebas estandarizadas.

La mejor manera de observar el cambio de los coeficientes a medida que se avanza en la carrera, es con los resultados de los cursos por separado. Allí se aprecia más claramente cómo decae el poder predictivo de las pruebas estandarizadas a medida que se avanza en la carrera. También se observa cómo el Ranking y el NEM tienen una mayor estabilidad de sus coeficientes. A su vez se reafirma la idea de que el Ranking predice mejor el avance en la carrera y mejor aún el avance hacia el final de la carrera.

Cuando se comparan distintos modelos, con variables independientes las tres pruebas estandarizadas, pero solo con una de las variables relacionadas con las notas de enseñanza media, es decir, solo con el NEM, el Ranking, o el Ranking puro, se observa que los modelos se ajustan de manera similar; y los coeficientes del Ranking y Ranking puro son de magnitudes muy parecidas.

Cuando se realizan análisis multivariados, separando por generaciones de ingreso a la FCFM, se observa que los resultados pueden cambiar. Este cambio se puede explicar por la variación de la prueba de matemáticas, dado que los estudiantes que ingresan a la FCFM se encuentran en el extremo superior de rendimiento respecto del universo que rinde esta prueba; y pequeños cambios en la muestra general afectan fuertemente los extremos, luego de la normalización de los puntajes. En particular, se observa que no todas las generaciones tienen la misma media en la PSU de Matemáticas, a su vez los coeficientes de la PSU de Matemáticas para algunos casos serían estadísticamente distintos.

Las interacciones con el Ranking que parecen más interesantes son con el género del estudiante y con el tipo de dependencia del colegio del cual este egresó. Se observa que para las mujeres el coeficiente del Ranking aumenta de manera significativa. Es decir en general para las mujeres el Ranking sería un mejor predictor que para los hombres. En la interacción entre el Ranking y el tipo de colegio, se visualiza que para el caso de dependencia municipal el coeficiente disminuiría, pero no siempre de manera significativa, probablemente esto se deba a que para los liceos conocidos como emblemáticos, el Ranking sería una mal predictor, recordando que la gran mayoría de los estudiantes provenientes de liceos municipales son egresados de este grupo de liceos.

Para los cuatro modelos de duración que se trabajaron, solo en el caso de la deserción se utilizó un modelo de riesgos proporcionales. En el resto de los casos los modelos utilizados fueron de falla acelerada. Para el modelo de deserción se concluye que su riesgo disminuye a mayor puntaje en las pruebas de Matemáticas y Ciencias. El riesgo de deserción también disminuye a mayor NEM, Ranking y Ranking puro, cuando se analizan por separado. En cambio, se observa que el riesgo de desertar aumenta significativamente si el estudiante es de regiones.

En el modelo de duración sobre el término de plan común, se concluye que son significativas

todas las pruebas; la prueba de Matemáticas y la de Ciencias disminuyen el tiempo en que se termina plan común, en cambio la prueba de Lenguaje aumenta este tiempo. Cuando se calculan modelos diferentes para NEM, Ranking y Ranking puro, también se observa que estas tres variables disminuyen el tiempo en que se termina plan común, de manera significativa.

En el caso del modelo que estudia la primera reprobación, se observa que son significativas las pruebas de Ciencias y Matemáticas y aplazan el tiempo de la primera reprobación. Lo mismo ocurre para el NEM, Ranking y Ranking puro, cuando se estudian en tres modelos separados. En el caso del modelo de duración que estudia la titulación, se observa que la prueba de Matemáticas pierde significancia estadística; y la prueba de Ciencias sigue siendo significativa. El NEM, Ranking o Ranking puro, al estudiarlas en modelos por separado, son las variables de selección que más reducen el tiempo de titulación, siendo siempre significativas.

En el modelo sobre la titulación, con solo el Ranking, si el estudiante normalmente se titularía en 14 semestres, 25 puntos más en el Ranking disminuirían su tiempo de titulación en un 1.4 %, equivalente a 36 días antes.

La conclusión principal de este trabajo es que el Ranking es un buen predictor del rendimiento académico de los estudiantes de la FCFM. La característica que mejor predice es la persistencia de los estudiantes en la carrera; lo que se refleja principalmente en cómo avanzan a lo largo de la carrera y en el tiempo de su titulación.

Es importante, sin embargo, aclarar que no es posible desprender de este trabajo la predictibilidad del Ranking en los resultados académicos de los estudiantes que están ingresando a la FCFM producto de las nuevas ponderaciones del Ranking y que no hubiesen ingresado aplicándose las antiguas ponderaciones. Tampoco es posible extrapolar estas conclusiones a otras carreras y universidades; básicamente debido a las características específicas de los estudiantes pertenecientes a la FCFM. No obstante, estos hallazgos pueden servir de puntos de referencia para iniciar otros estudios con el fin de obtener conclusiones más generales.

# Bibliografía

- Arenas, L. (2003). Estudio de los factores explicativos del rendimiento académico de los alumnos de la escuela de ingeniería y ciencias de la Universidad de Chile. *Memoria de Título, Departamento de Ingeniería Industrial*.
- Bowman, N. A. y Brandenberger, J. W. (2012). Experiencing the unexpected: Toward a model of college diversity experiences and attitude change. *The Review of Higher Education*, 35(2):179–205.
- Bravo, D., Manzi, J., del Pino, G., Donoso, G., Martínez, M., y Pizarro, R. (2010). *Becas de Excelencia Académica y Rendimiento Relativo de los Beneficiados en el Primer año en las Universidades del Consejo de Rectores*. Consejo de Rectores Universidades Chilena, Documentos Técnicos.
- Camara, W. J. y Echternacht, G. (2000). The SAT I and high school grades: Utility in predicting success in college. research notes.
- Cohn, E., Cohn, S., Balch, D. C., y Bradley Jr, J. (2004). Determinants of undergraduate gpas: Sat scores, high-school gpa and high-school rank. *Economics of Education Review*, 23(6):577–586.
- Contreras, D., Gallegos, S., y Meneses, F. (2009). Determinantes de desempeño universitario: ¿importa la habilidad relativa? *Revista Calidad en la Educación*, 30:17–48.
- Coyle, T. R. y Pillow, D. R. (2008). SAT and ACT predict college GPA after removing *g*. *Intelligence*, 36(6):719–729.
- Fischer, R. y Reppeto, A. (2003). Método de selección y resultados académicos: Escuela de ingeniería de la Universidad de Chile. *Estudios Públicos*, (92).
- Geiser, S. y Studley, w. R. (2002). UC and the SAT: Predictive validity and differential impact of the sat i and sat ii at the university of california. *Educational Assessment*, 8(1):1–26.
- Gil, F. J., Paredes, R., y Sánchez, I. (2013). *El ranking de las notas: inclusión con excelencia*. Centro de Políticas Públicas.
- Gurin, P., Dey, E. L., Hurtado, S., y Gurin, G. (2002). Diversity and higher education: Theory and impact on educational outcomes. *Harvard Educational Review*, 72(3):330–367.

- Larroucau, T., Ríos, I., y Mizala, A. (2013). Efecto de la incorporación del ranking de notas en la selección universitaria. *Reporte técnico, Departamento de Evaluación y Registro Educacional (DEMRE). Anexos.*
- Robinson, M. y Monks, J. (2005). Making SAT scores optional in selective college admissions: a case study. *Economics of Education Review*, 24(4):393–405.
- Rothstein, J. M. (2004). College performance predictions and the SAT. *Journal of Econometrics*, 121(1):297–317.
- Van den Berg, G. J. (2001). Duration models: specification, identification and multiple durations. *Handbook of econometrics*, 5:3381–3460.



# Apéndice A

## Anexo sobre los datos

Tabla A.1: Correlaciones variables de rendimiento

	Prom 1*	Prom 3*	Prom 6*	Prom 1**	Prom 3**	Prom 6**	UD R 1	UD R 3	UD R 6	# R 1	# R 3	# R 6	AV 1	AV 3	AV 6
Prom 1*	1.00														
Prom 3*	0.79	1.00													
Prom 6*	0.65	0.90	1.00												
Prom 1**	0.85	0.79	0.65	1.00											
Prom 3**	0.71	0.93	0.83	0.86	1.00										
Prom 6**	0.65	0.90	0.95	0.74	0.92	1.00									
UD R 1	-0.94	-0.68	-0.56	-0.64	-0.52	-0.50	1.00								
UD R 3	-0.74	-0.94	-0.86	-0.63	-0.76	-0.77	0.71	1.00							
UD R 6	-0.61	-0.84	-0.95	-0.53	-0.69	-0.82	0.57	0.88	1.00						
# R 1	-0.83	-0.65	-0.53	-0.57	-0.51	-0.49	0.91	0.68	0.53	1.00					
# R 3	-0.58	-0.90	-0.84	-0.55	-0.74	-0.76	0.53	0.96	0.85	0.58	1.00				
# R 6	-0.53	-0.82	-0.94	-0.51	-0.70	-0.83	0.47	0.85	0.98	0.47	0.87	1.00			
AV 1	0.94	0.67	0.55	0.65	0.52	0.49	-0.98	-0.70	-0.56	-0.86	-0.50	-0.46	1.00		
AV 3	0.75	0.88	0.79	0.62	0.72	0.72	-0.73	-0.88	-0.76	-0.72	-0.82	-0.72	0.73	1.00	
AV 6	0.53	0.76	0.88	0.46	0.62	0.75	-0.51	-0.77	-0.85	-0.51	-0.75	-0.82	0.51	0.82	1.00

Prom: promedio de notas ponderado, \* Reemplazando por 0 los ramos reprobados o eliminados, \*\* reemplazando por 3.9

UD R: Unidades docentes reprobadas. # R: Número de ramos reprobados. AV: Porcentaje de avance.

Los números representan los años: 1 es primer año, 2 es segundo año y así hasta sexto año

Tabla A.2: Correlaciones variables independientes

	PSU M	PSU L	PSU C	NEM	RANKING	RANKING P	Género masculino	Región metropolitana	Básica incompleta	Básica completa	Media incompleta	Media completa	Formación técnica incompleta	Formación técnica completa	Universitaria incompleta	Universitaria completa	Otros estudios	SIMCE Matemáticas	SIMCE Lenguaje	C. Particular pagado	C. Particular subvencionado	C.Municipal	
PSU M	1.00																						
PSU L	-0.07	1.00																					
PSU C	-0.01	0.30	1.00																				
NEM	-0.20	0.21	0.15	1.00																			
RANKING	-0.20	0.21	0.13	0.96	1.00																		
RANKING P	-0.13	0.24	0.19	0.84	0.91	1.00																	
Género masculino	0.13	-0.08	0.12	-0.25	-0.24	-0.20	1.00																
Región metropolitana	0.03	0.01	0.12	-0.24	-0.19	-0.11	0.01	1.00															
Básica incompleta	0.00	-0.03	-0.01	-0.01	0.00	0.03	0.02	-0.03	1.00														
Básica completa	0.06	-0.03	-0.02	-0.05	-0.05	-0.02	0.03	-0.01	-0.01	1.00													
Media incompleta	0.03	-0.04	-0.03	-0.04	-0.02	0.03	0.03	-0.02	-0.02	-0.02	1.00												
Media completa	0.03	0.00	-0.01	-0.05	-0.04	0.04	0.01	0.01	-0.05	-0.06	-0.10	1.00											
Formación técnica incompleta	0.02	-0.01	-0.03	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	-0.01	-0.01	-0.02	-0.06	1.00										
Formación técnica completa	-0.02	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	0.01	-0.01	0.05	-0.03	-0.04	-0.07	-0.17	-0.04	1.00									
Universitaria incompleta	-0.01	-0.01	-0.03	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.06	-0.14	-0.03	-0.09	1.00								
Universitaria completa	-0.03	0.04	0.04	0.07	0.04	-0.05	-0.01	-0.05	-0.08	-0.09	-0.16	-0.42	-0.09	-0.28	-0.23	1.00							
Otros estudios	0.01	-0.02	-0.03	-0.01	-0.02	-0.03	0.00	0.05	-0.01	-0.01	-0.02	-0.06	-0.01	-0.04	-0.04	-0.10	1.00						
SIMCE Matemáticas	0.06	0.12	0.19	-0.21	-0.28	-0.30	-0.03	0.22	-0.06	-0.03	-0.07	-0.05	-0.03	0.01	0.00	0.06	0.04	1.00					
SIMCE Lenguaje	0.08	0.11	0.20	-0.27	-0.33	-0.31	0.05	0.23	-0.04	-0.01	-0.07	-0.04	-0.03	0.01	0.01	0.03	0.05	0.94	1.00				
C. Particular pagado	-0.06	-0.04	0.03	0.10	0.04	-0.19	0.05	0.00	-0.07	-0.06	-0.14	-0.22	-0.05	-0.05	0.01	0.27	0.03	0.18	0.15	1.00			
C. Particular subvencionado	-0.05	-0.03	-0.18	0.15	0.20	0.20	-0.04	-0.16	0.01	0.01	0.04	0.07	0.07	0.03	-0.03	-0.07	-0.04	-0.41	-0.42	-0.56	1.00		
C.Municipal	0.11	0.07	0.14	-0.26	-0.24	0.01	-0.01	0.16	0.07	0.06	0.12	0.18	-0.01	0.02	0.02	-0.23	0.00	0.20	0.24	-0.57	-0.37	1.00	

Tabla A.3: Test de diferencia de medias PSU de Matemáticas

PSU Matemáticas	2004	2005	2006	2007	2008
2004	0.00 (1.00)				
2005	-1.62 (0.11)	0.00 (1.00)			
2006	-0.84 (0.40)	0.81 (0.42)	0.00 (1.00)		
2007	-6.17 (0.00)	-4.03 (0.00)	-5.16 (0.00)	0.00 (1.00)	
2008	-2.46 (0.01)	-0.68 (0.50)	-1.58 (0.11)	3.49 (0.00)	0.00 (1.00)

H0: Las medias de las pruebas para los distintos años son iguales.  
Se muestra el estadístico t y entre paréntesis el P valor.

# Apéndice B

## Anexo sobre el análisis multivariado

Tabla B.1: Promedio de notas acumulado

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	0.186*** (0.0182)	0.111*** (0.0118)	0.0828*** (0.0102)	0.0681*** (0.00990)	0.0506*** (0.00992)	0.0419*** (0.00960)
PSU_L	0.0134 (0.0132)	-0.0106 (0.00859)	-0.00846 (0.00744)	-0.000681 (0.00725)	0.00212 (0.00724)	0.00482 (0.00701)
PSU_C	0.269*** (0.0158)	0.143*** (0.0104)	0.124*** (0.00898)	0.107*** (0.00877)	0.0985*** (0.00880)	0.0858*** (0.00852)
NEM	0.111* (0.0482)	0.0917** (0.0311)	0.0888** (0.0271)	0.0773** (0.0265)	0.0856** (0.0265)	0.0869*** (0.0257)
RANKING	0.0902* (0.0378)	0.0781** (0.0244)	0.0725*** (0.0212)	0.0739*** (0.0207)	0.0672** (0.0208)	0.0555** (0.0202)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.246	0.258	0.287	0.276	0.270	0.253

Standard errors in parentheses

R/E remplacea por 0

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Tabla B.2: Numero de R

	primero	segundo	tercero	cuarto	quinto	sexto
PSU_M	-0.159*** (0.0191)	-0.181*** (0.0292)	-0.176*** (0.0413)	-0.177** (0.0554)	-0.136 (0.0751)	-0.134 (0.0746)
PSU_L	0.00459 (0.0139)	0.0493* (0.0212)	0.0498 (0.0302)	0.0383 (0.0406)	0.0156 (0.0548)	-0.00297 (0.0544)
PSU_C	-0.171*** (0.0166)	-0.179*** (0.0257)	-0.285*** (0.0365)	-0.378*** (0.0491)	-0.477*** (0.0666)	-0.470*** (0.0662)
NEM	-0.0872 (0.0507)	-0.171* (0.0769)	-0.295** (0.110)	-0.337* (0.148)	-0.580** (0.200)	-0.647** (0.200)
RANKING	-0.0863* (0.0398)	-0.173** (0.0603)	-0.255** (0.0863)	-0.360** (0.116)	-0.387* (0.157)	-0.316* (0.157)
Observations	2767	2525	2420	2331	2285	2242
Adjusted $R^2$	0.148	0.148	0.185	0.191	0.200	0.199

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

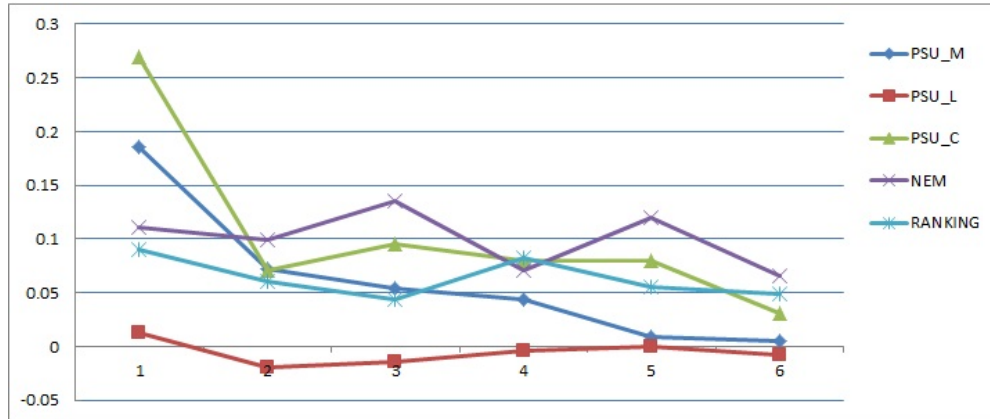


Figura B.1: Promedio ponderado reemplazando por 0, en cursos por separado.

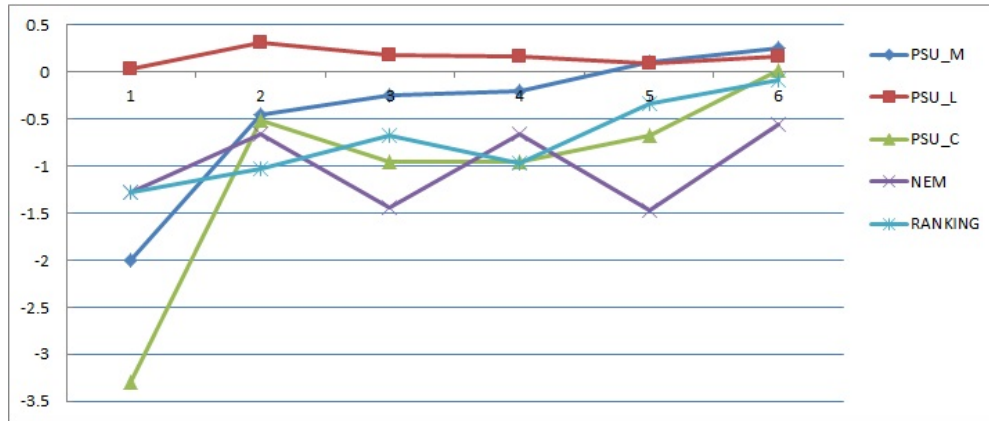


Figura B.2: Unidades docentes reprobadas, en cursos por separado.

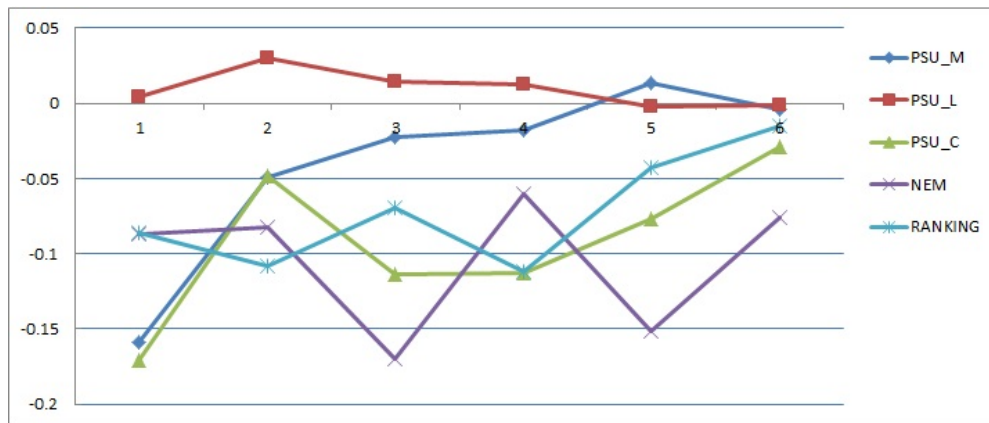


Figura B.3: Número de ramos reprobados, en cursos por separado.

Tabla B.3: Comparación de coeficientes PSU Matemáticas.

Coef PSU M	2004	2005	2006	2007	2008
2004	.	.	.	.	.
2005	2.34 (0.13)	.	.	.	.
2006	0.04 (0.84)	3.57 (0.06)	.	.	.
2007	0.34 (0.56)	5.71 (0.02)	0.17 (0.68)	.	.
2008	1.40 (0.24)	0.19 (0.66)	2.36 (0.12)	4.22 (0.04)	.

Comparación de coeficientes para las notas acumuladas al cuarto año. H0: Coeficientes iguales. Se muestra el estadístico Chi2 y entre paréntesis el P valor.

# Apéndice C

## Anexo de los modelos de duración

Tabla C.1: Deserción

	Solo NEM	Solo Ranking	Ranking puro
PSU_M	-0.146*** (0.0295)	-0.144*** (0.0293)	-0.132*** (0.0288)
PSU_L	0.0403* (0.0193)	0.0435* (0.0193)	0.0459* (0.0193)
PSU_C	-0.161*** (0.0241)	-0.162*** (0.0241)	-0.157*** (0.0242)
NEM	-0.144*** (0.0211)		
RANKING		-0.115*** (0.0165)	
RANKING_P			-0.0964*** (0.0141)
Observations	2814	2804	2804
Adjusted $R^2$			

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Cada columna es un modelo distinto.

Tabla C.2: Término de plan común

	Solo NEM	Solo Ranking	Ranking puro
PSU_M	-0.0134*** (0.00212)	-0.0133*** (0.00213)	-0.0130*** (0.00211)
PSU_L	0.00543*** (0.00157)	0.00570*** (0.00160)	0.00566*** (0.00161)
PSU_C	-0.00395* (0.00167)	-0.00385* (0.00170)	-0.00359* (0.00174)
NEM	-0.00924*** (0.00194)		
RANKING		-0.00700*** (0.00154)	
RANKING_P			-0.00529*** (0.00125)
Observations	2814	2804	2804
Adjusted $R^2$			

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Cada columna es un modelo distinto.

Tabla C.3: Primera reprobación

	Solo NEM	Solo Ranking	Ranking puro
PSU_M	0.0365*** (0.00503)	0.0367*** (0.00503)	0.0348*** (0.00499)
PSU_L	0.000953 (0.00369)	-0.0000263 (0.00370)	-0.000820 (0.00370)
PSU_C	0.0444*** (0.00441)	0.0451*** (0.00440)	0.0439*** (0.00442)
NEM	0.0373*** (0.00413)		
RANKING		0.0293*** (0.00325)	
RANKING_P			0.0254*** (0.00269)
Observations	2814	2804	2804
Adjusted $R^2$			

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Cada columna es un modelo distinto.

Tabla C.4: Titulación

	Solo NEM	Solo Ranking	Ranking puro
PSU_M	-0.00429 (0.00251)	-0.00396 (0.00250)	-0.00326 (0.00247)
PSU_L	-0.00142 (0.00183)	-0.000769 (0.00187)	0.0000597 (0.00185)
PSU_C	-0.00876*** (0.00234)	-0.00941*** (0.00238)	-0.00857*** (0.00238)
NEM	-0.0182*** (0.00223)		
RANKING		-0.0142*** (0.00179)	
RANKING_P			-0.0131*** (0.00152)
Observations	1640	1633	1633
Adjusted $R^2$			

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0,05$ , \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$

Cada columna es un modelo distinto.