

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**MODELO DE PRONÓSTICO PARA EL NÚMERO DE
ESTUDIANTES QUE SE MATRICULARÍAN EN LAS
CARRERAS OFERTADAS POR LA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA EN CIENCIAS ECONÓMICAS Y
FINANCIERAS**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

EDITH SAMANTA BULLA CAIZA

samybulla95@gmail.com

DIRECTOR: JUAN PABLO DÍAZ SÁNCHEZ, PhD.

juan.diaz@epn.edu.ec

Quito, febrero 2020

DECLARACIÓN

Yo, Edith Samanta Bulla Caiza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Escuela Politécnica Nacional puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Edith Samanta Bulla Caiza

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Edith Samanta Bulla Caiza, bajo mi supervisión.

Juan Pablo Díaz Sánchez, PhD.

Director

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y abuelitos, quienes con su esfuerzo y valioso ejemplo me han enseñado el valor del trabajo. Dios les pague papitos y ñaña por inculcarme grandes valores, por alentarme para cumplir mis sueños y sobre todo, por su apoyo incondicional.

A mi director de tesis, por su paciencia, dedicación y siempre estar dispuesto a ayudarme. Gracias Juan Pablo por aceptar ser parte de este proyecto.

Al personal docente y administrativo de la Escuela Politécnica Nacional, los cuales con sus enseñanzas y cordialidad me han guiado y han acogido con afecto este trabajo de titulación.

A quienes tengo la fortuna de llamarlos amigos, y a todos los que han aportado en mi vida, no solo para crecer profesionalmente, sino también, personalmente.

Agradezco infinitamente a la vida por permitirme estar aquí y regocijarme de la naturaleza. Por mis mascotas, que siempre dejan una huella en mi corazón. Por todo lo que he aprendido, y por lo que me falta aún recorrer.

¡Gracias mi niño Jesús y María por guiar mis pasos!

¡Gracias Dios, luz de mi vida!

Estoy eternamente agradecida por todo.

DEDICATORIA

A mis seres amados, de quienes he aprendido tanto y cada día aprendo más.

A todos aquellos que creen en mí.

Edith Samanta

Índice general

Índice de figuras	VII
Índice de tablas	VIII
Lista de Abreviaturas	IX
Resumen	XI
Abstract	XII
1 Introducción	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Objetivo General	4
1.3 Objetivos Específicos	4
2 Marco Teórico	5
2.1 La educación y teoría económica	5
2.2 Literatura del número de estudiantes en las aulas de clases	7
2.3 Modelo de pronóstico de la matrícula universitaria	14
3 La Educación Superior en el Ecuador	16
3.1 Antecedentes	16
3.2 Situación de las IES	19
4 Datos y Metodología	23
4.1 Datos	23
4.2 Variables	24
4.2.1 Variable Endógena	24
4.2.2 Variables Exógenas	25

4.3	Metodología	42
4.3.1	Datos de Panel	42
4.4	Especificación general de un modelo de datos de panel	43
4.5	Pruebas de especificación y validación del modelo	45
5	Resultados	47
5.1	Estimación de los modelos	47
5.2	Pronóstico	51
5.2.1	Primer Escenario	52
5.2.2	Segundo Escenario	54
6	Conclusiones y recomendaciones	56
	Bibliografía	58

Índice de figuras

2.1	Proporción alumnos-maestro, nivel primario	9
2.2	Proporción alumnos-maestro, nivel secundario	10
3.1	Tasa Bruta de matrícula en las IES-ecuatorianas	20
3.2	Proporción alumnos-maestro, nivel primario y secundario	21
4.1	Número de estudiantes matriculados en la Facultad de Ciencias	25
4.2	Proporción de mujeres respecto a hombres matriculados en Ciencias	27
4.3	Proporción de estudiantes ocupados respecto a los no ocupados en Ciencias	28
4.4	Proporción de estudiantes que proceden de colegios públicos respecto a los de colegios privados en Ciencias	29
4.5	Número de estudiantes becados clasificados por tipo de beca en Ciencias	30
4.6	Proporción de los estudiantes becados respecto a no becados en Ciencias	31
4.7	Proporción de los estudiantes de otra provincia con respecto a Pichincha en Ciencias	32
4.8	Tasa de Repetición de la materia cálculo de una variable	33
4.9	Materias con mayor Tasa de Repetición	34
4.10	Tasa de Éxito de las materias de la Facultad de Ciencias	35
4.11	IRA promedio de los estudiantes de la Facultad de Ciencias	36
4.12	Porcentaje de la Relación laboral de los docentes en ICEF	38
4.13	Porcentaje de la Relación laboral de los docentes en Física	38
4.14	Porcentaje de la Relación laboral en IM y Matemática	38
4.15	Porcentaje del Género de los docentes de ICEF	39
4.16	Porcentaje del Género de los docentes de Física	40
4.17	Porcentaje del Género de los docentes de IM y Matemática	40

Índice de tablas

3.1	Procesos de evaluación, acreditación y categorización académica institucional	19
3.2	Campo de estudios según registro de matrícula y género	21
4.1	Clasificación por género del número de estudiantes matriculados en la Facultad de Ciencias	26
4.2	Distribución total por tipo de colegio de los matriculados en la Facultad de Ciencias en los periodos 2009-A al 2018-A	29
4.3	Calificación Promedio e IRA de los estudiantes de la Facultad de Ciencias	36
4.4	Variables explicativas	41
5.1	Resultados de la estimación por MCFG	48
5.2	Análisis de la materia Econometría I de ICEF	52
5.3	Análisis de la materia Procesos Estocásticos de IM-Matemática	53
5.4	Análisis de la materia Electrónica de Física	53
5.5	ARIMA ECONOMETRÍA I ICEF	54
5.6	ARIMA Procesos Estocásticos de IM-Matemática	55
5.7	ARIMA Electrónica de Física	55
1	Estadísticas Descriptivas	67
2	Resultados de la estimación por MCO-Agrupados	69
3	Estimación por Efectos Fijos	70
4	Estimación por Efectos Aleatorios	71
5	Resultados del Contraste de Hausman	72
6	Resultados de la Prueba Modificada de Wald	72

Lista de Abreviaturas

BGU Bachillerato General Unificado

CA Coeficiente de Aprobación

CES Consejo de Educación Superior

CACES Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior

CONEA Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación

CONEUP Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas

CTBS Comprehensive Test of Basic Skills

EECP Errores Estándar Corregidos para Panel

EGB Educación General Básica

ES Educación Superior

EPN Escuela Politécnica Nacional

FESE Federación de Estudiantes Secundarios del Ecuador

ICEF Ingeniería en Ciencias Económicas y Financieras

IES Instituciones de Educación Superior

IE Instituciones Educativas

IM Ingeniería Matemática

IRA Índice de Rendimiento Académico

LOES Ley Orgánica de Educación Superior

MCG Mínimos Cuadrados Generalizados

MCGF Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

ONU Organización de las Naciones Unidas

PPC Promedio Ponderado de Calificaciones

PISA «Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes»

SENESCYT Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

SIAC Sistema Interinstitucional de Aseguramiento de la Calidad

STAR Student-Teacher Achievement Ratio

UNASAM Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo

UNESCO «Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura»

Resumen

La presente investigación tiene como principal objetivo plantear un modelo de pronóstico para conocer el número de estudiantes que se matricularían en las carreras que oferta la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional. Para ello, a través de la metodología de datos de panel, se estima un modelo por Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles. El análisis muestra que, en promedio, la mayor parte de estudiantes inscritos en las materias de Ciencias proceden de colegios públicos, poseen una beca, y tienen una ocupación laboral. Además, los factores que más influyen en el momento de la matrícula están relacionados con el estudiante y la materia, al contrario de las características del docente, como años de experiencia o relación laboral. El estudio sugiere un aumento en la cantidad de matriculados en todas carreras para los siguientes años, a excepción del primer período lectivo en Economía, que después de una reestructuración, presenta cierta disminución.

Palabras clave: Número de estudiantes matriculados en una IES, Facultad de Ciencias de la EPN, Modelo de Pronóstico, Datos de Panel

Abstract

The main objective of this research is to propose a forecast model to know the number of students that would be enrolled in the careers offered by Facultad de Ciencias of Escuela Politécnica Nacional. For this, through the panel data methodology, a model is estimated by Feasible Generalized Least Squares. The analysis shows that, on average, most students enrolled in Ciencias subjects come from public schools, have a scholarship, and have a job. In addition, the factors that most influence the time of enrolment are related to the characteristics of the students and the subject, conversely with characteristics of the teacher. The study suggests an increase in the number of students in all careers for the following years, except for the first academic periods in Economía, which after a restructuring of careers has some decrease.

Keywords: Number of students enrolled in higher education, Facultad de Ciencias of EPN, Forecast model, Panel Data.

Capítulo 1

Introducción

1.1. Planteamiento del Problema

El acceso a la universidad, desde siempre, ha sido un proceso complejo y limitado. Alrededor del mundo, las primeras universidades manifestaron problemas de segregación, principalmente hacia las mujeres, minorías étnicas y raciales, personas con discapacidad y aquellos de bajos recursos económicos. Por ello, en conformidad con la meta 4.3 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS-, para 2030 se pretende “asegurar el acceso en condiciones de igualdad para todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria” (ONU, 2017).

La Educación Superior -ES- constituye un elemento fundamental para el desarrollo de los países. Incluso, debe ser parte del aprendizaje vitalicio ya que “permite a los individuos expandir sus conocimientos y habilidades, expresar de forma clara sus pensamientos tanto de forma oral como escrita, (...) e incrementar su comprensión acerca de sus comunidades y del mundo” (ONU, 2018). La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos -OCDE- sostiene que los países “más educados” son aquellos que cuentan con un mayor porcentaje de personas con formación terciaria entre los 25 y 64 años; mismos que resultan tener más oportunidades y ser más competitivos en el ámbito laboral. Así, un individuo que solo alcanza la educación secundaria va a ganar, en promedio, el 65 % de lo que ganaría alguien con estudios de nivel superior (OCDE, 2018).

Con la creciente demanda y la competencia en educación, las instituciones han ampliado la cobertura educativa en todos los niveles, lo cual ha repercutido sustancialmente en la ES. De acuerdo con los datos del Banco Mundial, el número de estudiantes matriculados en la universidad pasó de 100 a 207 millones entre los años 2000 y 2014, de igual forma, la tasa bruta de matrícula¹ se duplicó, pasando del 19% al 38% entre el 2000 y 2017 (UNESCO, 2018). En efecto, con el incremento gradual del número de estudiantes, resulta todo un reto para las Instituciones Educativas -IE- garantizar una educación de calidad.

La calidad educativa hace alusión a un conjunto de procesos de cambio y mejoras que están relacionados con el proceso de formación del estudiante. Por tanto, para asegurar la calidad en la educación, las instituciones habitualmente se someten a sistemas de acreditación y evaluación. Estos procesos varían de acuerdo a la índole de cada país, en donde una de las variables fundamentales suele ser la correcta asignación del espacio físico (aulas) con respecto al número de matriculados, lo cual hace referencia al cumplimiento de las condiciones óptimas de infraestructura para la enseñanza. Pese a ello, no existe un consenso global para establecer el número adecuado de estudiantes que un aula debe poseer.

En cierto modo, la percepción sugiere que mientras menor es el número de estudiantes en el aula, los resultados académicos tienden a ser mejores. De hecho, la literatura relacionada con la educación básica y secundaria señala que, en promedio, el número de estudiantes no debería sobrepasar de 30 dado que esta cifra es manejable y óptima (Whitehurst & Chingos, 2011). En lo que respecta a la educación superior, los estudios son más limitados, y a pesar de que la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura «UNESCO» es la única institución mundial con mandato educativo en nivel superior, no ha planteado un parámetro puntual de ello, o si acaso, dicha asignación debería ser distinta por nivel de educación o por tipo de carrera.

¹**Tasa Bruta de Matrícula en Educación Superior:** Se define como la relación porcentual entre el número de personas matriculadas en una IES, independientemente de su edad, respecto del total de la población del grupo de edad que oficialmente deberían finalizar la secundaria. (INEC, 2019)

La enseñanza superior es la última fase del proceso de aprendizaje académico y los individuos ya son capaces de tomar sus propias decisiones, no sólo en temas académicos o profesionales, sino también en los personales y sociales (Martínez, Pérez, & Martínez Juárez, 2014). Por lo tanto, la cantidad de estudiantes en una IES dependerá directamente de la decisión de matrícula y de las preferencias de cada uno de ellos al elegir una carrera. Regularmente, se espera que el número de matriculados en primer semestre se aproxime o sea igual para los próximos semestres o niveles, pero no siempre resulta así.

De acuerdo con Jones (2008) hay un sinnúmero de razones que influyen para que un estudiante no se matricule o no pueda continuar con sus estudios, entre ellas menciona: preparación insuficiente en los colegios, débil interés institucional, problemas financieros, falta de integración social o difícil adaptación, entre otros. Por otro lado, también señala que los factores que van más allá de la jurisdicción de las IES tales como situaciones personales o emocionales, son las que más repercuten en el proceso de matrícula. Este estudio, asegura que el ratio de estudiantes por aula responderá a factores sociales, económicos y culturales dentro del entorno analizado. De este modo, una correcta predicción del número de estudiantes a inscribirse en una materia ayudará a optimizar los procesos de planificación al iniciar un período académico, e incluso, prevendrá posibles casos de hacinamiento en las aulas o subutilización de la infraestructura y del talento humano.

En este contexto, a través de estimación econométrica, se busca determinar el número de estudiantes que se matricularían en cada una de las materias que ofertan las carreras de una IES. En este caso, se ha seleccionado la Facultad de Ciencias de la Escuela Politécnica Nacional -EPN-, misma que hasta el periodo 2018-A, ofertó las carreras de Física, Matemática, Ingeniería Matemática e Ingeniería en Ciencias Económicas y Financieras. Cabe mencionar que a partir del periodo 2018-B tiene una reestructuración y oferta las carreras de Física, Matemática, Matemática Aplicada, y Economía.

La presente investigación se encuentra estructurada en 6 capítulos de la siguiente manera: en el capítulo 2 se revisa la literatura de la educación desde una perspectiva económica y la trascendencia en el entorno académico del número de estudiantes en las aulas de clases. El capítulo 3, presenta una breve revisión de la Educación Superior en el Ecuador. El análisis metodológico, descripción de los datos y variables, y la estimación del modelo, se desarrollan en el capítulo 4. En el capítulo 5 se realiza una discusión de los resultados obtenidos y finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

1.2. Objetivo General

-Predecir el número de estudiantes a matricularse en cada una de las materias de la Facultad de Ciencias a través de modelización econométrica.

1.3. Objetivos Específicos

-Revisar la literatura con respecto a la importancia del tamaño de la clase en la educación.

-Especificar un modelo econométrico que permita pronosticar el número de estudiantes a matricularse en cada una de las materias ofertadas por la Facultad de Ciencias.

-Sugerir políticas de mejoras para la correcta asignación de las aulas en la Facultad de Ciencias.

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. La educación y teoría económica

A lo largo de la historia, la educación ha sido considerada una herramienta fundamental para el desarrollo de la sociedad y la comprensión de la realidad. Desde los inicios, grandes pensadores como Sócrates, Platón y Aristóteles, aludieron que la educación es el pilar fundamental que forja a seres humanos de bien para que convivan en una sociedad ideal, democrática, y justa. Así, a través del aprendizaje, los conocimientos adquiridos se transmiten de generación en generación.

A principios del siglo XVIII, los economistas clásicos señalaron el valor de la educación en la economía. Para Smith (1776) «un hombre educado a un costo muy alto de tiempo y trabajo (...) es comparable a una máquina muy costosa». Con ello, se dio indicios al vínculo entre el capital humano y el crecimiento económico; afirmando que la educación es uno de los factores con mayor impacto en el crecimiento económico y en efecto, en el desarrollo de una nación.

De acuerdo con Schultz (1961) la educación actúa como mecanismo de inversión para aumentar el bienestar y la capacidad productiva de los individuos. De tal modo, al invertir en sí mismos, el campo de sus posibilidades se extiende y las decisiones girarán

en torno a costos y beneficios. Más tarde, Becker (1964) contextualizó el concepto del capital humano como un conjunto de habilidades y conocimientos (generales y específicos) que forman parte de la productividad, y conforme con Mincer (1974) el ingreso y salario se encuentran relacionados en función de la educación y años de experiencia. Por consiguiente, a fin de obtener mayores beneficios y maximizar retornos de inversión, el ser humano encuentra incentivos para continuar estudiando.

Teorías económicas enfocadas en el capital humano, modelos de producción educativa, diseños experimentales y cuasi- experimentales, entre otros, buscan relacionar la economía y la educación. En virtud de ello, se instituye la economía de la educación, la cual comprende de fundamentos económicos, modelos y métodos cuantitativos para hacer uso eficiente de los recursos y mejorar el rendimiento del sistema educativo (Gee, 2017). También, estudia el comportamiento del individuo ante asuntos económicos relacionados con la educación que incluyen la provisión, financiación y demanda de esta (Babalola, 2015).

En las últimas décadas, la economía de la educación ha sido clave para analizar los efectos de las medidas económicas en el ámbito educativo. Algunos investigadores se enfocan en el presupuesto destinado a la educación, especialmente para verificar si con mayor inversión en el gasto público y sueldos de los docentes, la calidad educativa y desempeño académico estudiantil mejora; o si la cantidad de alumnos en un aula influye en los logros de aprendizaje de dichos estudiantes, etc. Todos ellos, con el fin de establecer políticas y mejoras para el desarrollo formativo (Delfino,1989).

Función de producción educativa

El concepto de función de producción hace referencia a la necesidad de hallar una combinación eficiente de insumos para optimizar el producto final en términos de cantidad y calidad. Desde esta perspectiva, la educación como función de producción se refiere al conjunto de recursos determinados que son utilizados para producir bienes educativos de forma eficiente. Los recursos humanos y físicos actúan como restricción de los cuales son parte los docentes, personal administrativo, aulas, materiales, equipos de clases, etc (Carnoy, 2000). El planteamiento de esta función se expresa de acuerdo con

las necesidades de cada sistema educativo, generalmente, para analizar el rendimiento académico se tiene (I):

$$A_{it} = f(B_{it} P_{it} S_{it} I_{it}) \quad (I)$$

en donde:

A_{it} : Vector de resultados del rendimiento académico.

B_{it} : Vector de dimensión estudiantil.

P_{it} : Vector de dimensión académica.

S_{it} : Vector de dimensión institucional.

I_{it} : Vector de dimensión motivacional.

En (I) se engloban las características relacionadas con los estudiantes, docentes, establecimiento académico, y características extrínsecas o externas. Estas últimas, están comprendidas en el vector de dimensión motivacional, mismas que son adquiridas con el tiempo, como concepciones individuales o creencias. Por ello, a fin de establecer políticas óptimas educativas, es importante tener presente factores endógenos y exógenos, (Leuven, Oosterbeek, & Ronning, 2008).

2.2. Literatura del número de estudiantes en las aulas de clases

La mayor parte de estudios para determinar el tamaño óptimo de estudiantes por materia o clase han sido efectuados para la educación básica, como el experimento del programa «Student-Teacher Achievement Ratio -STAR-»; desarrollado durante los años de 1986 y 1989 en Tennessee, Estados Unidos. El principal objetivo fue comparar el rendimiento de alumnos en diferentes tamaños de clase y analizar el efecto en las calificaciones finales con el uso de la herramienta «Comprehensive Test of Basic Skills -CTBS-»; que consistía en pruebas de habilidades en lenguaje y matemáticas. Para ello, se asignaron al azar tres grupos de clases que permanecieron constantes durante los cuatro primeros años de formación básica: clases pequeñas (13-17 alumnos), regulares

(22-25 alumnos) y regulares con soporte de un ayudante. Los docentes también se situaron aleatoriamente para controlar el efecto de aprendizaje en los alumnos.

Los resultados evidenciaron que los alumnos de clases pequeñas obtuvieron ventajas estadísticamente significativas sobre los otros grupos de clases, y se manifestó que lo ideal es manejar clases pequeñas para que los docentes puedan tener una mejor planificación y organización. Para Finn & Achilles (1999) las secuelas más trascendentales del experimento son:

- El desempeño académico, en promedio, es mayor para los alumnos de clases pequeñas.
- Entre las clases regulares y clases con soporte de un ayudante no hay diferencias significativas en el rendimiento académico.
- Los beneficios de las clases pequeñas son para todos los alumnos (hombres y mujeres), de modo que no existe correlación con el género.
- Los alumnos de grupos minoritarios y aquellos que residen en barrios marginales tienen beneficios considerablemente mayores en las aulas pequeñas con respecto del resto, por ejemplo, mayor iniciativa, y menor interrupción en clases.

Por otra parte, Hoxby (2000) desarrolló un cuasi-experimento en el estado de Connecticut, Estados Unidos, cuya hipótesis consistió en identificar si existe relación alguna entre el rendimiento académico y el número de estudiantes de alrededor de 10 a 30 (que era lo que permitía el estado). El estudio manejó dos métodos distintos: el primero relacionado con variaciones naturales de la población, y el segundo, con cambios causados por políticas de tamaño máximo a través de modelos de regresión discontinua.² Los resultados determinaron que independientemente de la metodología utilizada, no existe relación causal en la hipótesis planteada, y al ser parte de un experimento menciona el *efecto Hawthorne*, que consiste en que los individuos tienden a cambiar su comportamiento por el hecho de saber que son objeto de estudio (Harrison, 1927).

²**Modelo de Regresión Discontinua:** diseño cuasiexperimental (pretest-posttest) que permite realizar inferencia causal en ausencia de aleatorización. Por lo tanto, para su análisis se asigna un valor de corte o umbral por debajo o encima de la intervención asignada.

Dentro de este contexto, algunas investigaciones se basan en modelos de regresión discontinua y variaciones naturales de la población que establecen umbrales mínimos y máximos de alumnos por clase. Por ejemplo, en algunas partes de Israel se emplea la regla escrita por Maimónides en el Talmud (código civil y religioso de israelita) desde 1969, que consiste en que el aula debe tener en promedio 20 alumnos. Si el número es mayor a 25, pero menor a 40 se deberá contar con un ayudante, en caso de sobrepasar 40, se debe asignar otra aula de clases y tener dos docentes. Con base en Angrist & Lavy (1999) la disminución de estudiantes en las aulas de Israel proporciona mejores resultados en el rendimiento académico, y los beneficios perpetúan en el largo plazo.

La reducción del número de estudiantes en aulas de clases ha sido adoptada como medida educativa e influenciada mayormente por investigaciones y experimentos como el del programa STAR. La instauración de estas medidas, evidentemente requiere grandes esfuerzos y análisis de gestión en la asignación presupuestaria. Así, para la disminución de este ratio, es fundamental la contratación de docentes y adecuación de la infraestructura para estar en concordancia con las políticas instauradas (Graham, 2009). Según datos del Banco Mundial (2019), la proporción de alumnos por maestro en el mundo ha disminuido en la última década. A nivel primario, esta proporción varía entre 24 y 25 estudiantes, mientras que a nivel secundario, en promedio, es de 17 para el 2017 (Ver Figuras 2.1-2.2). Cabe mencionar que para ES no existe información sobre un ratio global de este ratio.

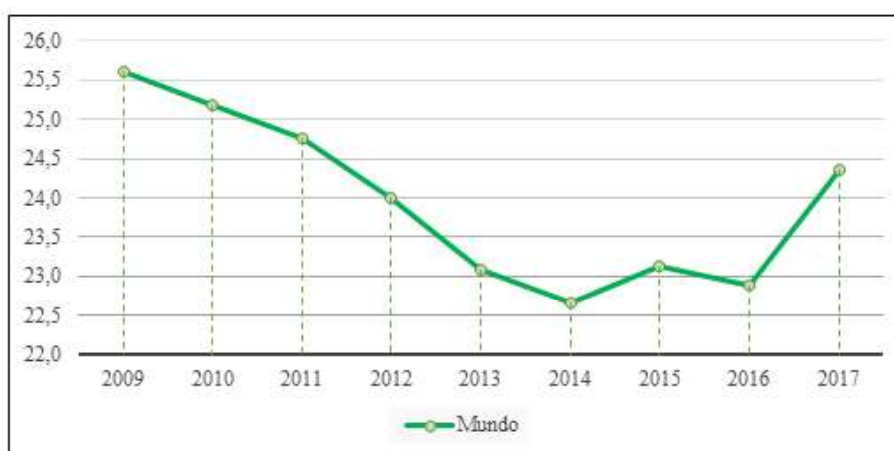


Figura 2.1: Proporción alumnos-maestro, nivel primario

Fuente: Banco Mundial, 2019

Elaboración: La autora

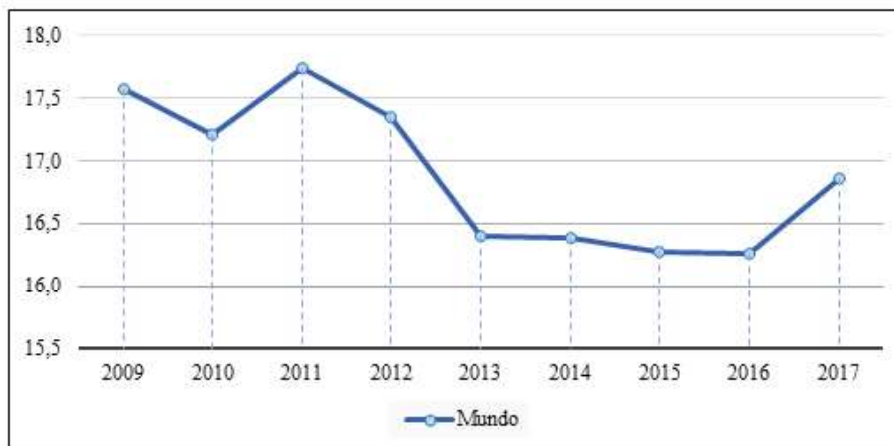


Figura 2.2: Proporción alumnos-maestro, nivel secundario

Fuente: Banco Mundial, 2019

Elaboración: La autora

Aulas pequeñas vs. aulas numerosas

La literatura que sugiere un número apropiado de alumnos en las aulas de clases se enfoca principalmente en estudiar el impacto en el desempeño y bienestar de los estudiantes y los docentes. Comenzando por las aulas pequeñas, los estudiantes se comprometen más académica y socialmente, y al ser cercana la relación entre compañeros, sienten más seguridad (Finn et al.,2003; Harfitt G, 2012). De igual forma, los docentes tienen una relación más llevadera con los alumnos, y por ende, un mejor control de la clase. Con ello, Gladwell (2007) manifiesta que mientras menor es el ratio entre docentes y alumnos, el éxito académico es mayor, y recalca que las aulas pequeñas, en promedio, no sobrepasan de 15 estudiantes.

En función del meta-análisis presentado por Glass & Smith (1979) la disminución de estudiantes en las aulas de clases estimula mejoras en el rendimiento académico, y los resultados son más significativos cuando el número está por debajo de 20. Además, manifiestan que los efectos se reflejan positivamente en los elementos del entorno educativo. Los docentes, personal administrativo, espacios físicos, aulas, compañeros y demás componentes con los que los estudiantes interactúan a diario para el correcto desenvolvimiento de las actividades, forman parte este entorno (Lara et al.,2015).

Por otro lado, de acuerdo con Hornsby (2016) a través de la implementación de una correcta adecuación de la infraestructura y herramientas pedagógicas, las clases numerosas también presentan resultados eficientes y efectivos en el rendimiento académico. El estudio realizado en África por Wöbmann & West (2006) demostró que la gran demanda de estudiantes puede ser cubierta satisfactoriamente y obtener resultados positivos con la implementación de estas aulas.

Desde un punto de vista psicológico, Borland (2002) menciona que el rendimiento académico es una habilidad que puede ser aprendida. De tal manera, en un aula en donde la mayoría tenga un excelente desempeño académico, la clase será sobresaliente. En las clases grandes, es más evidente que los estudiantes formen grupos de estudio, lo cual resulta beneficioso en tanto que compartan conocimientos y destrezas positivas para el aprendizaje.

En lo que respecta a perjuicios de aulas numerosas, también se exponen las principales afectaciones entre los docentes y estudiantes. Para los docentes, la organización y disciplina se tornan más difíciles de controlar, y el tiempo empleado para la evaluación de trabajos y deberes suele ser mayor. Los problemas de salud más frecuentes se relacionan con afecciones de la voz o el estrés y debido a la enorme carga de trabajo o agotamiento excesivo, el docente puede “quemarse” y padecer el *síndrome de Burnout*. Por el lado de los estudiantes, estos perciben que tienen más competencia y el sentimiento de seguridad disminuye. Incluso, sienten que la participación en clases es más limitada, y la relación con el docente ya no es cercana (Arias & Walker, 2004).

Del mismo modo, es más probable que las instituciones que cuentan mayormente con clases numerosas no cumplan con las condiciones óptimas para el correcto desarrollo de las actividades en el espacio físico determinado; lo que se conoce como hacinamiento. Esto conlleva a que los parámetros de higiene y seguridad se quebranten e inclusive, que el riesgo de contagio de enfermedades infecciosas aumente, especialmente en la educación básica (Castejón & Pérez 2003). En el planteamiento del programa de excelencia académica de García (2017) menciona: “a menor hacinamiento, mayor rendimiento educativo” y mejores relaciones en el entorno educativo.

Rendimiento académico y género de los estudiantes

En el estudio de Perez (1999) muestra que, en educación básica las mujeres se caracterizan por presentar mejor rendimiento tanto conductual como académicamente, a comparación de los hombres. De la misma forma, Borland (2002) señala que la motivación y organización al momento de estudiar suelen ser características esenciales de las mujeres, mientras que los hombres actúan con más disturbio y perspicacia. Desde una posición psicológica, Bandura (1988) manifiesta que los individuos aprenden características conductuales y cognitivas de otros. En este aspecto, independientemente del género, en un salón de clases, las habilidades de los estudiantes que más se destacan impulsarían a que se obtengan resultados positivos en el rendimiento académico.

En educación secundaria, la prueba del «Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes -PISA-» busca conocer el nivel de las habilidades adquiridas para que se puedan enfrentar plenamente a la sociedad los estudiantes de 15 años (PISA, 2018). A través de esta prueba, la OCDE (2017) señala que existe diferencias en el género en cuanto a los resultados obtenidos. Por ejemplo, con frecuencia los hombres tienen mejores puntuaciones en matemáticas y ciencias, mientras que las mujeres, en lectura. En el caso de la ES, la literatura indica que la probabilidad de repetición y no finalizar la universidad es mayor en hombres que en mujeres (Ampillo et al. 2017).

Rendimiento académico y experiencia del docente

Los años de experiencia del docente son una variable influyente en el éxito académico. Mueller (2013) analizó el efecto del profesor en el rendimiento académico de los diferentes tamaños de clases con los datos de STAR. Para ello, contextualizó el efecto del profesor como años de experiencia en enseñanza. Los resultados revelaron que el rendimiento escolar es mayor cuando los docentes tienen más años de experiencia, y el efecto es más significativo cuando las aulas de clases son pequeñas. De la misma manera, Jepsen & Rivkin (2009) mencionan que los estudiantes tienen más predilección por los docentes que llevan más tiempo dedicado a la enseñanza y sienten mayor convicción al conocer la trayectoria académica de estos.

El rol del docente es diverso, y las actividades están ligadas con disposiciones particulares, como actividades pedagógicas, de investigación, y gestión académica. Para la educación de nivel superior, Ramsden (2007) menciona que:

se espera que un maestro sea excelente, que diseñe cursos y aplique métodos de enseñanza adecuados para cumplir con los requerimientos de una población estudiantil heterogénea, que sepa lidiar con grupos numerosos de estudiantes, que utilice apropiadamente las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, (...). Al mismo tiempo, se espera que sea altamente productivo en la investigación y pueda conseguir nuevos recursos financieros.

(Citado en Gúzman, 2011, p.136)

El impacto del tamaño de las aulas en educación superior

En el contexto de la literatura revisada, los estudios relacionados con la educación superior indican los efectos que tiene educarse en diferentes tamaños de clase. Así, con un seguimiento de 5.000 alumnos por 13 años, Finn et al. (2005) encontraron que los estudiantes con mayor probabilidad de asistir a una universidad son aquellos que formaron parte de clases pequeñas durante los primeros años de educación básica. Igualmente, la probabilidad de matrícula en la universidad aumenta en 2,72% y obtener un título universitario en un 1,6%; confirmándose el supuesto de efecto acumulativo e incremental en el largo plazo (Dynarski et al. 2011).

En la misma línea, Browning & Heinesen (2007) buscaron relacionar la probabilidad de continuar con los estudios después de la educación secundaria obligatoria en Dinamarca. El estudio, basado en una regresión discontinua tuvo como promedio 20 alumnos, con un umbral máximo de 24. Los resultados sugirieron que mientras menor es el número de alumnos en el aula, la probabilidad de permanecer estudiando aumenta. De modo que, una reducción del 5% de la clase (1 alumno) incrementa la probabilidad en un 0,4% para continuar con los estudios.

2.3. Modelo de pronóstico de la matrícula universitaria

Tras concluir la educación secundaria, gran parte de los estudiantes no cuentan con la orientación e información necesaria para elegir una carrera universitaria; causando deserción e incertidumbre al momento de matricularse (Albano, 2005). La decisión de matrícula está influenciada por distintos factores que repercuten al momento de asignar cupos y organizar las clases de un periodo lectivo determinado. En el caso de la educación de nivel superior, el proceso es complejo debido a que los universitarios toman sus propias decisiones, al contrario de los alumnos de educación primaria o secundaria, que son influenciados por sus representantes legales.

El proceso de matrícula universitaria comprende un conjunto de políticas y procedimientos que varían acorde a cada IES. Para entender la elección universitaria y optimizar el proceso de matriculación, Berg (2012) menciona que es necesario el uso de herramientas para efectuar análisis predictivos utilizando el comportamiento pasado con el fin de predecir el comportamiento futuro, en atención a lo cual, se observan características individuales, de grupos socioeconómicos, étnicos, y encuestas experimentales (Citado en Sigillo, 2012).

En el estudio de Perna (2007) se explican las diferencias de elección universitaria entre grupos, al analizar factores *sociológicos*, *económicos* y *psicológicos* mediante modelos matemáticos. Dentro de los factores sociológicos se consideraron características individuales tales como el origen étnico e ingresos familiares, los económicos, se basaron en costos y beneficios, y los psicológicos, en las percepciones de estudiantes, como el prestigio de la institución y la importancia de asistencia a las clases. Un factor clave en la decisión de matrícula, es la distancia geográfica; los estudiantes analizan el valor social del tiempo correspondiente a costos de oportunidad.

La Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo -UNASAM- propuso un modelo de pronóstico para conocer el número de alumnos a matricularse por curso. El

modelo se basó en series de tiempo, promedios móviles, y suavizamiento exponencial para disponer de una herramienta óptima de gestión académica de la matrícula (Montañez, 2018). Para Ibáñez (2009) la correcta planificación académica, ayudará a reducir los inconvenientes al momento de la matrícula, debido a que entre los problemas más frecuentes se encuentran los cruces de asignaturas y horarios.

En cualquier caso, todas las referencias en la literatura reseñan realidades ajenas a la ecuatoriana. Este capítulo comenzó abordando desde una perspectiva económica, la importancia de la educación. También, se revisó evidencia empírica referente al número de estudiantes en las aulas, dado que este trabajo busca caracterizar los factores que inciden en el tamaño de una clase para tener una visión del número de estudiantes a matricularse en una IES. Todo ello, con el fin de no solo establecer el número de estudiantes universitarios por materia, sino también, sugerir medidas de mejora.

Capítulo 3

La Educación Superior en el Ecuador

3.1. Antecedentes

En el Ecuador, los inicios de la educación superior se remontan durante la época colonial, en la Real Audiencia de Quito. Las primeras universidades fueron fundadas en conformidad de la Iglesia Católica: la agustina de San Fulgencio, la jesuita de San Gregorio y la de Santo Tomás de Aquino, instituida por los dominicos. Pero no fue hasta los años de 1940, cuando se expidió la primera Ley de Educación Superior. Esta ley otorgó autonomía propia a las universidades y designó al Estado como medio encargado para el cumplimiento de los mandatos (Ponce, 1994).

El ingreso a las universidades fue considerado como un proceso elitista y segregacionista por la mayor parte de estratos poblacionales. En febrero de 1969, la Federación de Estudiantes Secundarios del Ecuador -FESE- se pronunció emitiendo un comunicado de abolición a los exámenes de ingreso universitario. Un año más tarde, las revueltas consiguieron la aprobación de políticas de libre ingreso universitario en la que cada carrera tomó las riendas.

A finales de la década de los 80, el surgimiento de nuevas IES tuvo su apogeo en Latinoamérica. Frente al crecimiento gradual de las universidades, la mayoría de

los países optaron por instaurar leyes para regular la oferta en la educación de nivel superior. Así, en 1989, el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas -CONUEP- realizó la primera evaluación institucional en el Ecuador para valorar la calidad y evidenciar el cumplimiento de los fines institucionales universitarios. Los resultados sugirieron que el país necesitaba un sistema autónomo para la evaluación y acreditación, y que este rinda cuentas a la sociedad periódicamente (CINDA,1993).

En el 2000, se encontraban funcionando cerca de 60 universidades, lo cual, representó un incremento significativo y versátil para las unidades académicas y los elementos del entorno educativo (Pacheco, 2010). No obstante, en la mayor parte de las IES el presupuesto era bajo y no poseían personal suficiente, ni infraestructura adecuada para la enseñanza (Baquero, 2000). En el mismo año, el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación -CONEA- inició el proceso de evaluación externa y simultáneamente fue aprobada la Ley Orgánica de Educación Superior -LOES-, que dispuso la obligatoriedad de los procesos de evaluación (interna y externa) para la acreditación de las IES (Art. 90 - LOES, 2000). Adicionalmente, es importante mencionar que la Constitución del 2008, establece que la ES pública de tercer nivel es gratuita y promueve el principio de “igualdad de oportunidades”.

Proceso de Evaluación y Acreditación

A partir del 2011, el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior -CACES- ha llevado a cabo los procesos de evaluación institucional, de carreras y posgrados, para lo cual implementó modelos de evaluación y acreditación conformado por criterios, subcriterios e indicadores asignados con pesos y funciones de utilidad. El *modelo genérico de evaluación de aprendizaje de carreras* aborda los criterios que deben cumplir obligatoriamente todas las carreras; estos son:

-Pertinencia: Evalúa la capacidad que tiene una carrera para responder a las demandas del entorno y las necesidades de la sociedad. En virtud de ello, la planificación (interna y externa) junto con los programas y proyectos de vinculación con la sociedad son subcriterios de evaluación. Los estándares que caracterizan la planificación son estudios prospectivos y de gestión, además de aseguramiento interno de la calidad.

-Organización y recursos: Tiene como objetivo evaluar el ambiente de aprendizaje en el que una carrera se desarrolla, dependiendo de la modalidad (a distancia o en línea). Cuenta con los subcriterios: gestión académica, y recursos y ambientes de aprendizaje. La gestión académica valora las funciones del proceso educativo y académico, tales como el seguimiento del sílabo, la distribución horaria, seguimiento a graduados, políticas de admisión y nivelación; y los recursos y ambientes de aprendizaje controlan los materiales institucionales y del entorno.

-Profesores: Abarca estándares que describen la composición de la planta docente, producción científica, carrera y desarrollo profesional. Tiene como finalidad incentivar la investigación en los docentes, y manifiesta que la relación adecuada entre estudiantes por cada profesor a tiempo completo debe ser a lo sumo de 30.

-Currículo: Comprende todas las gestiones del plan curricular, enfocándose principalmente en la organización del conocimiento y proceso de enseñanza-aprendizaje. En los subcriterios se encuentran: diseño, que analiza el perfil de egreso y el plan de estudios, y proceso de aprendizaje, que evalúa las tutorías académicas y los diseños instruccionales de las carreras.

-Estudiantes: Para evaluar este criterio se consideran las condiciones que suministran las IES para el desenvolvimiento de las actividades. Los subcriterios son: condiciones y eficiencia académica. Las condiciones cuentan con los indicadores: bienestar educativo, interacciones estudiante-profesor, y sistema de becas y apoyos financieros; todos ellos para evidenciar el cumplimiento del concepto de calidad. La eficiencia académica maneja los indicadores: estudiantes por profesor a tiempo completo o equivalente, tasa de retención, y tasa de titulación.

Todas las carreras de las IES deben cumplir los criterios precedentes para la correcta acreditación. Por tanto, cada institución realiza el proceso de autoevaluación o evaluación interna para garantizar el cumplimiento de los estándares definidos en los modelos específicos.

3.2. Situación de las IES

En el 2019 se encuentran registradas 59 IES, de las cuales 22 son públicas y 37 son privadas. El CACES acreditó a 55 de ellas, las 4 universidades restantes fueron fundadas en el 2013, con posterioridad a la aprobación de la LOES. Para el proceso de acreditación, se otorgó a las IES una calificación basada en un ranking por categorías; desde la “A” (más alta) hasta la “E” (más baja). En el 2009, las IES con una calificación de “E” se sometieron nuevamente al proceso de evaluación, a excepción de las que no cumplieron con los requisitos mínimos de calidad, que fueron cerradas. Así, el proceso de evaluación, acreditación y categorización académica de la ES se resume en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: *Procesos de evaluación, acreditación y categorización académica*

Año	Proceso	Total IES	IES Evaluadas	Categorías				
				A	B	C	D	E
2009	Evaluación CONEA.	71	68	11	9	13	9	26
2012	Evaluación Universidades y Escuelas Politécnicas "E".	68	26	-	-	-	-	-
2013	Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas.	55	54	5	23	18	8	-
2015-2016	Recategorización de Universidades y Escuelas Politécnicas.	59	12	2	3	6	1	-
2016	Evaluación Universidades y Escuelas Politécnicas. "D"	59	8	0	3	5	-	-
2018	IES Acreditadas.	55	55	8	28	19	-	-

Fuente: Plan Institucional 2019 - CACES

Elaboración: La autora

Para el 2020 la Asamblea Nacional ha propuesto reformas para descartar la categorización académica y enfocarse en temas de calidad, democratización y autonomía responsable en la educación. Con ello, pretende prestar más importancia a funciones sustantivas como la docencia, investigación, vinculación con la sociedad, etc., y que todas las IES sean categoría “A”, en lugar de tener universidades tipo “B” o “C” (CES, 2019).

Dentro de las reformas también se encuentra instaurar el funcionamiento del Plan Institucional 2019, junto con el Sistema Interinstitucional de Aseguramiento de la Calidad -SIAC-, que contienen nuevas líneas estratégicas para la ES. Con respecto al proceso del ingreso a las IES, la nota del examen “Ser Bachiller” ya no será el único determinante que defina el ingreso a las universidades. Las variables como promedio estudiantil, condición socioeconómica y ubicación territorial, tendrán peso al momento de otorgar un cupo en las IES públicas, lo cual podría representar incentivos o desajustes para algunos estudiantes (CES, 2019)

Proceso de Matrícula en las IES

A partir del 2012, la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Información -SENESCYT- es el ente encargado del proceso de ingreso universitario de las IES públicas. La tasa bruta de matrícula ha representado un aumento creciente a partir del 2013, alcanzando el 29% en el 2018 como se observa en la Figura 3.1.

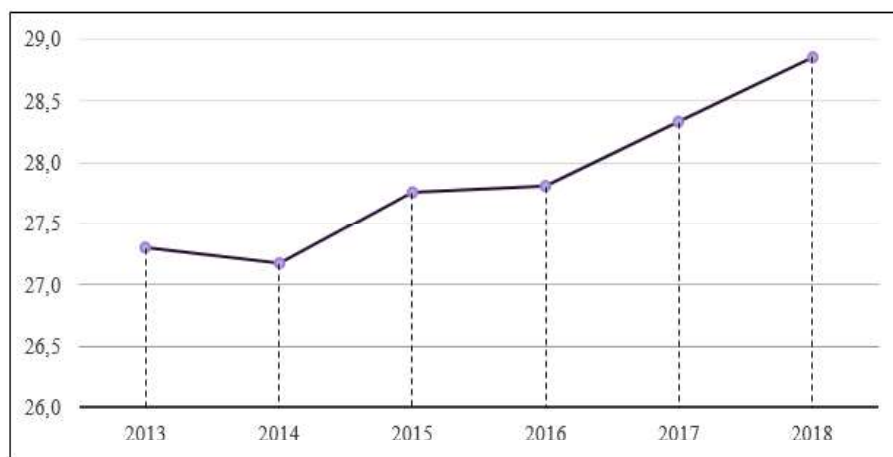


Figura 3.1: Tasa Bruta de matrícula en las IES-ecuatorianas

Fuente: Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021

Elaboración: La autora

La Tabla 3.2., ilustra que las carreras con mayor registro de matrícula son las pertenecientes a ciencias sociales, educación comercial y derecho, seguido por las ingenierías, carreras de salud y servicios. El informe del panorama en educación de la OCDE (2017) expresa que, a pesar de que la participación de las mujeres tenga un incremento en el registro de matrícula en los últimos años, aún se observan grandes diferencias en algunos campos de estudios, como en la ingeniería, industria y construcción.

Tabla 3.2: *Campo de estudios según registro de matrícula y género*

Campo de estudios	Registro de Matrícula	Mujeres	Hombres
Ciencias Sociales, Educación Comercial, y derecho	45,00 %	58 %	42 %
Ingeniería, industria y construcción	14,37 %	25 %	75 %
Salud y servicios sociales	14,06 %	67 %	33 %
Ciencias	10,25 %	53 %	47 %
Educación	6,16 %	68 %	32 %
Agricultura	4,49 %	47 %	53 %
Humanidades y artes	3,17 %	44 %	56 %
Servicios	2,50 %	58 %	42 %

Fuente: Registro Administrativo del Sistema Nacional de Información de Educación Superior del Ecuador (SNIESE) -2016

Elaboración: La autora

Número de estudiantes por aula en el Ecuador

En el contexto de la Educación General Básica -EGB- y el Bachillerato General Unificado -BGU-, el Ministerio de Educación señala que, en la educación inicial, el número de estudiantes por paralelo no debe sobrepasar de 25. En caso de superar este número, se dividirá al grupo y asignará otro docente con el fin de participar en un ambiente ideal. La Figura 3.2. muestra que, para la educación primaria, la proporción de alumnos-maestro a nivel primario es de 25 y el ratio para la educación secundaria es de 22 en el año 2017.

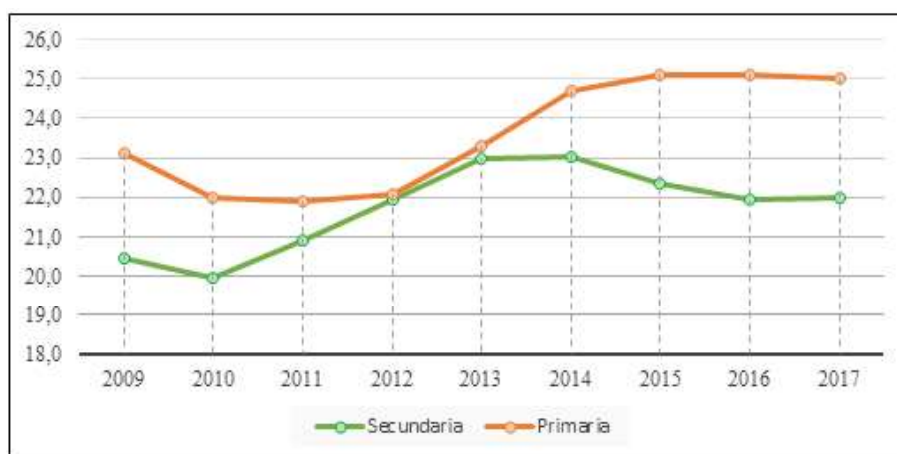


Figura 3.2: Proporción alumnos-maestro, nivel primario y secundario

Fuente: Banco Mundial, 2019

Elaboración: La autora

Ahora bien, el registro de matrícula en ES ha representado un incremento importante en la última década. Sin embargo, no hay suficiente información que refleje el tamaño ideal de la clase, o la satisfacción del estudiante para valorar la calidad educativa. Para algunas IES, la calidad se basa en la medición del éxito de los estudiantes, como en calificaciones o índices de retención y graduación, para otras, el éxito se basa en la satisfacción plena del estudiante al conseguir una plaza segura de trabajo (Martínez, Pérez, & Martínez Juárez, 2014). De todos modos, el criterio *profesores* del modelo de autoevaluación del CACES propone que la proporción de estudiantes por docente a tiempo completo debe ser de máximo 30, y el artículo 99 del Reglamento de Régimen Académico establecido por la Comisión Permanente de Universidades y Escuelas Politécnicas, señala que:

Toda carrera o programa podrá abrir una nueva cohorte o promoción de nuevos estudiantes en cada período académico. Cada cohorte puede ser dividida en grupos más pequeños o paralelos, a efectos de garantizar la calidad del proceso de aprendizaje. El número de paralelos y el máximo de estudiantes que lo conforman deberá guardar correspondencia con el principio de pertinencia, el espacio físico, equipamiento, plataforma tecnológica, soporte pedagógico y personal académico disponible.

(CES, 2017)

Capítulo 4

Datos y Metodología

4.1. Datos

En la presente investigación, se utilizan datos proporcionados por la Facultad de Ciencias y la Dirección de Gestión de la Información y Procesos -DGIP-, los cuales fueron otorgados bajo la aprobación del Vicerrectorado de Docencia de la EPN. La DGIP se encarga de administrar los recursos informáticos y tecnológicos de la comunidad politécnica, y por medio de la innovación tecnológica y gestión del conocimiento, fortalece los ejes estratégicos de docencia, investigación y proyección social de la EPN.

En función a los objetivos de estudio, se plantean tres conjuntos de variables explicativas correspondientes a características relacionadas con: (i) los estudiantes, (ii) la materia (aula), y (iii) los docentes. Los datos comprenden de forma general, información del Sistema de Administración Estudiantil -SAEw- y del Sistema de Información Integrado -SII-; herramientas informáticas que gestionan el desempeño académico e institucional de la EPN. Así, para el primer conjunto de variables explicativas (i) se cuenta con datos personales y socioeconómicos de los estudiantes de cada periodo lectivo, (ii) dispone información correspondiente a la matrícula y el rendimiento académico, y (iii) cuenta con información de la relación de dependencia y años de experiencia de los docentes en la EPN.

Para este análisis se considera desde el periodo lectivo 2009-A hasta el 2018-A, debido a la integración de una base de datos corporativa de la gestión académica de la EPN. La información abarca a 2494 estudiantes que se matricularon en 359 materias de la Facultad de Ciencias. Es importante indicar que no se toma en cuenta las materias recibidas por los estudiantes en otra facultad, ni los periodos extraordinarios o remediales ya que no pertenecen a la Facultad, ni se ofertan todos los periodos lectivos, respectivamente. De este modo, para el modelo de pronóstico, la base de datos resulta de un total de 1508 observaciones correspondientes a 110 materias impartidas en los 19 periodos lectivos.

4.2. Variables

4.2.1. Variable Endógena

Número de estudiantes matriculados

La variable dependiente indica el número de estudiantes matriculados en las i materias ofertadas por la Facultad de Ciencias en los t periodos lectivos (2009-A al 2018-A). El requisito para que los estudiantes se matriculen en una *carrera* es aprobar el examen de exoneración o el curso de nivelación de la EPN, que está regulado por la Senescyt.

Dado que el número de cupos ya está determinado desde el curso de nivelación, en el modelo de pronóstico solo se consideran las materias impartidas a partir del tercer semestre. Adicionalmente, es preciso señalar que, con el análisis de los datos otorgados, se constató que en los dos primeros semestres existe alta tasa de deserción y fracaso en las materias; conllevando un desequilibrio en el número futuro de estudiantes a matricularse. De acuerdo con la malla curricular del pensum-2012, el número de materias ofertadas en Ciencias son: ICEF (44), Física (36), Matemática (41), Ingeniería Matemática - Mención Estadística e Investigación Operativa (37), e Ingeniería Matemática - Mención Modelización y Cálculo Científico (37). En estas tres últimas carreras se presenta un análisis conjunto debido a que los estudiantes tienen en común materias, es decir, se matriculan en una misma aula.

Hasta antes del 2012, el proceso para el ingreso al curso de nivelación se llevaba a cabo por las respectivas autoridades de la EPN. Más tarde, con la intervención de la Senescyt, se registró un aumento considerable en la inscripción de todas las carreras de la EPN. La Figura 4.1. muestra el número total de matriculados de Ciencias en los períodos analizados, y se observa que, a partir del 2013, este total es mayor a 500. También se nota que en ICEF se concentran la mayor parte de estudiantes, seguido por Ingeniería Matemática y Matemática (en conjunto), y por último, se encuentra Física.

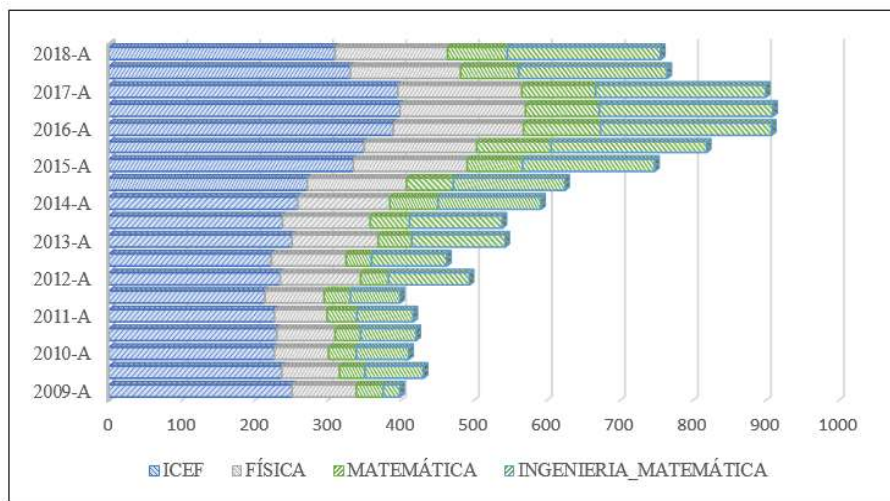


Figura 4.1: Número de estudiantes matriculados en la Facultad de Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

4.2.2. Variables Exógenas

Características del estudiante

Género

La literatura reciente sostiene que la matrícula universitaria en mujeres ha tenido un aumento importante en los últimos años, aunque la brecha entre género aún es evidente en algunas carreras (OCDE, 2018). Para Molinos (2014) las carreras relacionadas con la Física y las Matemáticas son más sugestivas para el género masculino, mientras que la mayor parte de las mujeres son persuadidas por las carreras relacionadas con

educación, salud y ramas sociales. Por otra parte, en el estudio de Aguiar et al. (2011) se menciona que, en términos generales, las calificaciones promedio de las mujeres en carreras científicas y tecnológicas son menores que las obtenidas por los hombres, lo que influye al hecho que una menor proporción de mujeres opten por aquellas carreras.

La Tabla 4.1. muestra la diferencia de género en los estudiantes de Ciencias. La columna (1) representa la información de ICEF, la (2) de Física, y la (3) de Ingeniería Matemática -IM- y Matemática. Del mismo modo, la Figura 4.2. indica la relación entre hombres y mujeres, medida en porcentajes. Se observa que la presencia de mujeres es relativamente mayor en ICEF a comparación de las otras carreras, por tanto, esa relación es al menos mayor a 1 (1:1). En (2) y (3), la presencia de los hombres es mayor; siguiendo lo establecido por la literatura.

Tabla 4.1: *Clasificación por género del número de estudiantes matriculados en Ciencias*

Período	ICEF			Física			IM-Matemática		
	M	H	Relación	M	H	Relación	M	H	Relación
2009-A	147	104	1,41	14	74	0,19	16	44	0,36
2009-B	140	97	1,44	16	63	0,25	33	82	0,40
2010-A	139	88	1,58	15	59	0,25	33	77	0,43
2010-B	138	92	1,50	14	66	0,21	38	73	0,52
2011-A	139	88	1,58	14	58	0,24	45	73	0,62
2011-B	134	80	1,68	12	69	0,17	41	63	0,65
2012-A	138	97	1,42	22	88	0,25	48	101	0,48
2012-B	138	85	1,62	22	80	0,28	46	92	0,50
2013-A	157	94	1,67	27	91	0,30	56	118	0,47
2013-B	151	87	1,74	29	91	0,32	62	119	0,52
2014-A	164	95	1,73	34	92	0,37	70	137	0,51
2014-B	174	98	1,78	36	100	0,36	65	152	0,43
2015-A	202	133	1,52	42	114	0,37	84	173	0,49
2015-B	212	138	1,54	44	110	0,40	101	214	0,47
2016-A	239	151	1,58	55	123	0,45	177	163	1,09
2016-B	241	158	1,53	51	121	0,42	113	226	0,50
2017-A	238	158	1,51	47	123	0,38	105	229	0,46
2017-B	194	137	1,42	41	110	0,37	76	207	0,37
2018-A	183	127	1,44	45	109	0,41	77	215	0,36

Nota: La columna M representa el número de mujeres y la H al de hombres.

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

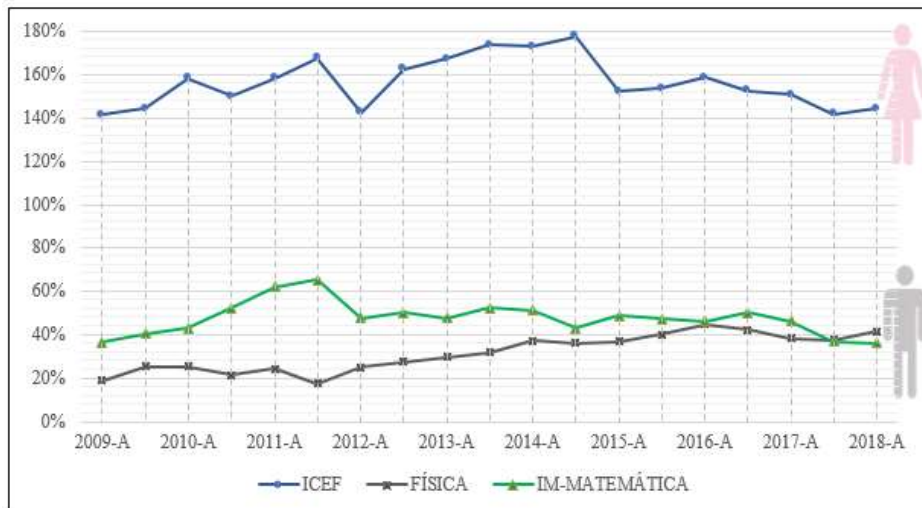


Figura 4.2: Proporción de mujeres respecto a hombres matriculados en Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Ocupación

Con base en Busso & Pérez (2015) combinar los estudios superiores con una ocupación laboral repercute en la decisión de matrícula. Los efectos de ello están relacionados con el rendimiento académico, ya que, al dedicar menor tiempo al estudio, el riesgo por fracaso o deserción incrementa. Incluso, es más probable la falta de inscripción en algunas asignaturas; causando retraso para culminar la carrera. Visto de otra perspectiva, la inserción en el mercado laboral trae consigo efectos positivos en tanto que el estudiante gane experiencia y fortalezca sus habilidades.

La Figura 4.3. indica una disminución continua de la proporción de ocupados con respecto a los no ocupados en Ciencias, la cual a partir del 2013 se encuentra por debajo del 25%. Esta disminución se la puede asociar a grandes rasgos con la situación del Ecuador en relación con las tasas de desempleo y subempleo. Otro factor para mencionar, son los horarios de las materias, algunos estudiantes permanecen gran parte del día en la Universidad para recibir clases, lo cual les impide trabajar o tener alguna otra actividad extracurricular. Sin embargo, el hecho de que los estudiantes tengan una ocupación laboral también va a depender de sus preferencias y necesidades.

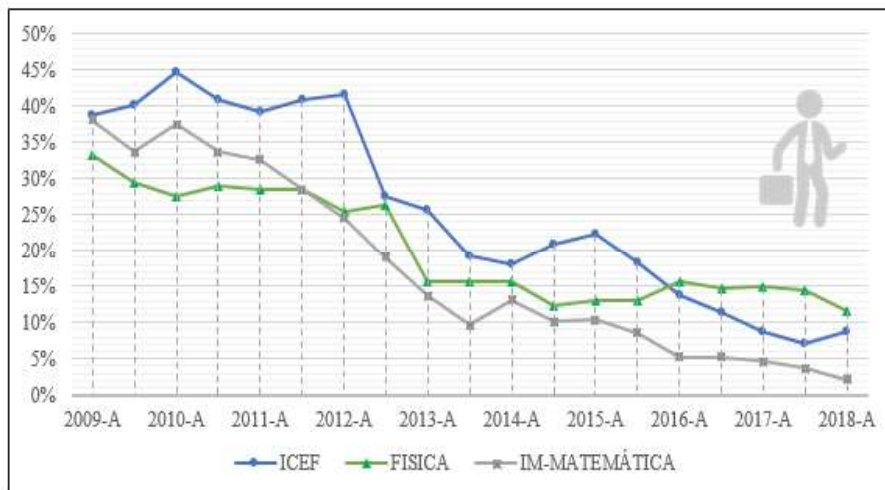


Figura 4.3: Proporción de estudiantes ocupados respecto a los no ocupados en Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Tipo de Colegio

Las decisiones que toman los estudiantes al finalizar la educación secundaria, en gran parte, están influenciadas por el tipo de educación en la que se formaron. Es así como, Hendajany (2016) señala que, si un estudiante decide continuar con los estudios superiores, el tipo de colegio en donde estudió va a tener influencia durante esa etapa. Además, añade que los estudiantes que se formaron en colegios públicos tienen un mejor desempeño académico. Frente a ello, Ross (2018) señala que ya sean públicos o privados, los principales conocimientos y bases para el correcto desempeño universitario se instruyen en el colegio, por lo que es crucial que la educación siempre sea óptima.

La Tabla 4.2. indica la procedencia del tipo de colegio del total de matriculados en Ciencias, y se observa que la mayor parte de estudiantes proceden de colegios públicos, con una representación de alrededor del 70%. Para este análisis, se agrupó dentro de los colegios públicos a las instituciones fiscales, municipales y fiscomisionales, estos últimos, a pesar de pagar una pensión también reciben apoyo del estado y tienen una menor representación en la Facultad.

Tabla 4.2: Distribución total por tipo de colegio de los estudiantes matriculados en la Facultad de Ciencias en los períodos 2009-A al 2018-A

Tipo de Colegio	ICEF	Física	IM-Matemática	Total
Extranjero	0,28 %	0,14 %	0,05 %	0,47 %
Fiscal	21,91 %	11,52 %	26,63 %	60,06 %
Fiscomisional	1,42 %	1,18 %	1,46 %	4,06 %
Municipal	2,23 %	1,32 %	2,21 %	5,76 %
Particular laico	4,72 %	3,68 %	5,29 %	13,69 %
Particular religioso	6,61 %	3,49 %	5,85 %	15,96 %

Fuente: :DGIP 2019

Elaboración: La autora

La Figura 4.4. muestra la relación de los estudiantes que proceden de colegios públicos respecto a los de colegios privados, e indica que dicha proporción está por encima del 90 %. Así, la mayor parte de estudiantes que provienen de establecimientos públicos se encuentran en las carreras de IM-Matemática e ICEF, y se nota una disminución de esta proporción en el tiempo.

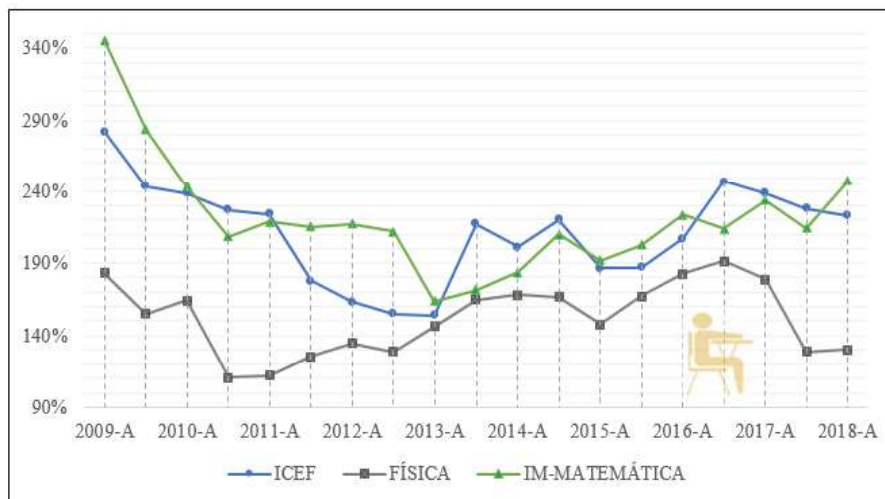


Figura 4.4: Proporción de estudiantes que proceden de colegios públicos respecto a los de colegios privados en Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Becas

Las becas representan un incentivo para que los estudiantes se destaquen en actividades que impulsan a su desarrollo profesional y personal. A partir del 2015, los tipos de becas

que otorga la EPN son por *excelencia académica*, *mérito (científico-técnico, cultural o deportivo)* y por *situación económica*. La beca por excelencia académica es concedida en función al rendimiento académico del estudiante, y por cada carrera debe otorgarse al menos una beca de este tipo. Las becas de carácter científico-técnico, cultural o deportivo, la reciben los estudiantes destacados interna o externamente en las áreas mencionadas, y la de situación económica se destina para que puedan cubrir ciertos gastos fundamentales y necesarios aquellos estudiantes que no cuentan con suficientes recursos económicos. Estas disposiciones se encuentran en el *Reglamento de Becas, Ayudas Económicas y Descuentos de la EPN*, emitidos por el Consejo Politécnico.

La Figura 4.5. indica el tipo de becas de los períodos de estudio y el número de estudiantes beneficiarios de ellas. En el período 2009-A se nota la presencia de la beca *mejor egresado*, la cual, la recibían los estudiantes que se graduaron con honores en el colegio; este tipo de beca junto con las de *consejo académico y de facultad* se otorgaron solo hasta el período 2014-B. También, se puede apreciar que las becas por situación económica y excelencia académica son las más representativas y han tenido un importante crecimiento gradual.

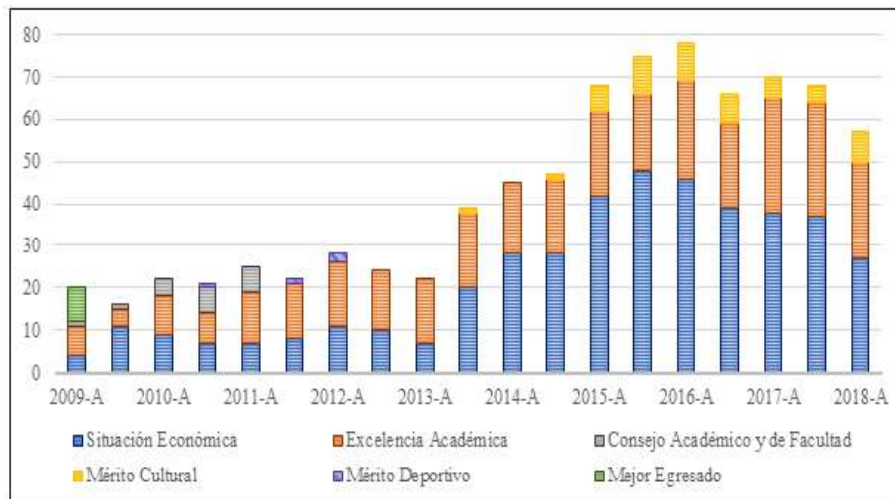


Figura 4.5: Número de estudiantes becados clasificados por tipo de beca en Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

De la misma forma, la Figura 4.6. indica la proporción de los estudiantes que poseen una beca con respecto aquellos que no la poseen. En todas las carreras esta proporción tiene una tendencia menor al 20 % y se evidencia un aumento en ICEF, especialmente representado por las becas de situación económica.

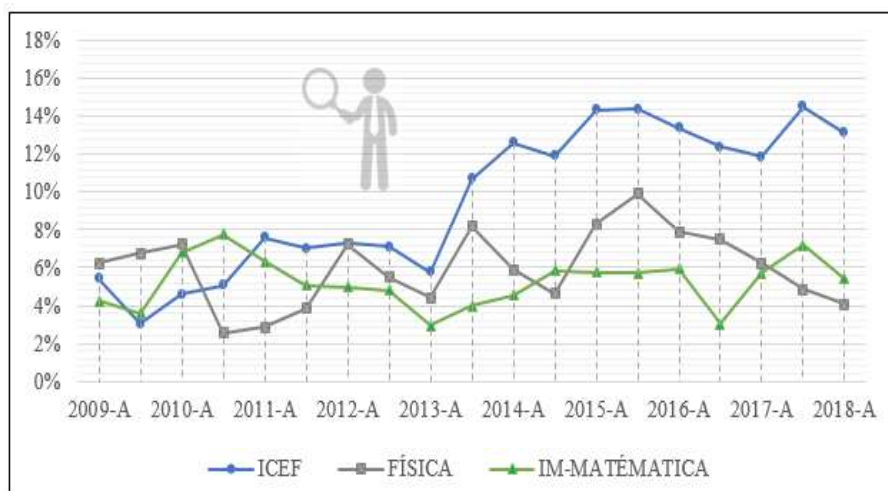


Figura 4.6: Proporción de los estudiantes becados respecto a no becados en Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Provincia

Los estudiantes analizan el valor social del tiempo correspondiente a costos de oportunidad, en consecuencia, la decisión de matrícula y asistencia a clases está influenciada por la distancia que tienen que recorrer del lugar donde habitan hacia las IES. Para aquellos que escogen una modalidad presencial y pertenecen a otra provincia o localidad, la asistencia a clases involucra mayores costos dado que tienen que recorrer grandes distancias o mudarse a un lugar relativamente cercano para poder estudiar (CEPAL, 2015).

La Figura 4.7. indica la proporción de los estudiantes matriculados en Ciencias que pertenecen a otra provincia respecto a los que pertenecen y terminaron la secundaria en la provincia de Pichincha. Se muestra que en el año 2009, esta proporción era sumamente mayor en relación con los otros períodos y que al menos, el 20 % de los estudiantes en una clase, pertenecen a una provincia distinta que la de Pichincha.

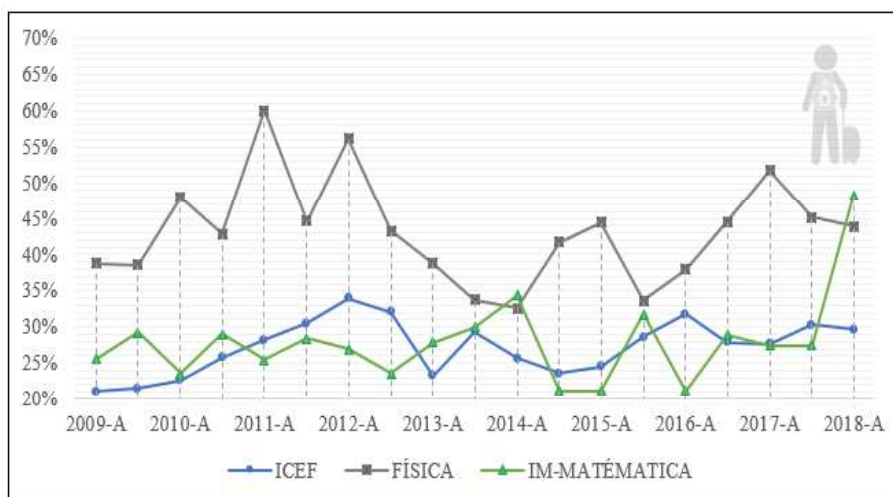


Figura 4.7: Proporción de los estudiantes de otra provincia con respecto a Pichincha en Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Ingreso

El valor del ingreso es imprescindible en la información personal del estudiante. La EPN considera el ingreso per cápita familiar para la ubicación socioeconómica con el fin de determinar el valor de la matrícula y aranceles por pérdida de gratuidad, además de solventar aquellos casos que requieran asistencia. Hasta el periodo académico 2018-B, el ingreso de los estudiantes se clasificó en quintiles, basados en la disposición transitoria única del Reglamento de Cobro de Matrículas y Aranceles de las Carreras de Grado, de Tecnología Superior y de Nivelación de la EPN. Para el periodo 2019-B, el Vicerrectorado de Docencia, la Dirección Financiera y la DGIP, realizan modificaciones para la recategorización de estos.

Características de la materia (aula)

Repetición

La “repetición” se entiende como el hecho de cursar reiteradamente una misma materia en un período lectivo determinado. Muchas veces, no conocer el número de estudiantes que se matricularían en una materia se convierte en un problema al momento de asignar aulas que cumplan con las condiciones necesarias para aquellos que se inscriben por primera, segunda o incluso tercera vez (Acevedo et al, 2015). El Artículo 84 de la

LOES (2010) establece que solamente en casos excepcionales, un estudiante podrá matricularse hasta por tercera ocasión en una misma materia o en el mismo ciclo académico.

La Figura 4.8. muestra la proporción de los alumnos matriculados por segunda y tercera vez en *cálculo de una variable*, la cual corresponde a una materia de formación obligatoria de primer semestre para todas las carreras. A lo largo del tiempo, esta tasa ha estado por encima del 23 %, alcanzando su pico máximo en el periodo 2013-B con el 62 %. Con base en el análisis de datos, las materias que se dictan en común representan una alta tasa de repetición en los primeros semestres de la Facultad, lo que causa retraso en el proceso de graduación.

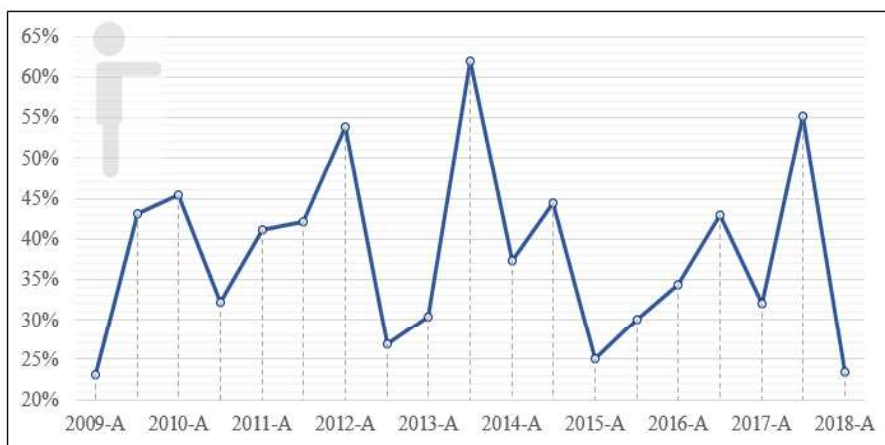


Figura 4.8: Tasa de Repetición de la materia cálculo de una variable

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Las materias que son recibidas en común por los estudiantes, son las que tienen mayor índice de reprobación. La Figura 4.9. indica tres de las materias con mayor tasas de repetición en cada carrera. Es importante mencionar que, las materias que tienen continuidad también son las que mayor índice de reprobación presentan.

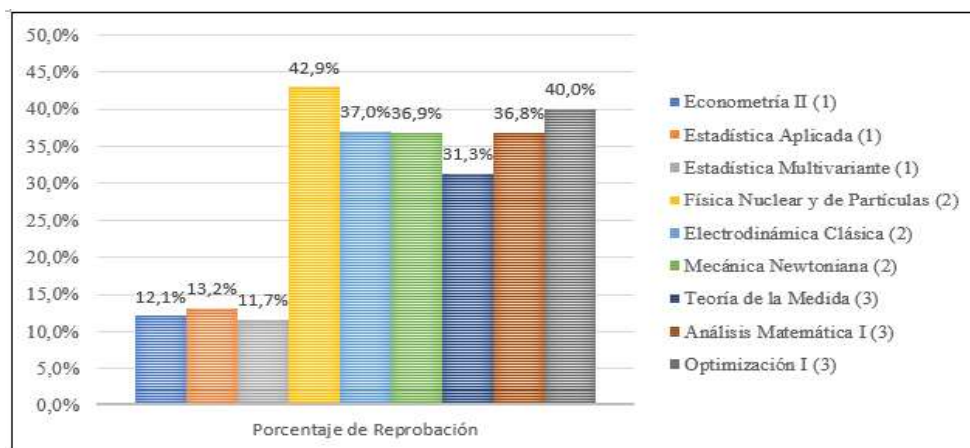


Figura 4.9: Materias con mayor Tasa de Repetición

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Calificaciones y Tasa de Éxito

En cada período lectivo de la EPN, el docente otorga al estudiante dos calificaciones correspondientes a cada parcial. En caso de alcanzar 14 puntos o más en la suma de las calificaciones, el estudiante se exonera, caso contrario, queda suspenso y debe rendir un examen final o supletorio con las respectivas disposiciones de las autoridades. De este modo, se aprueba o se tiene éxito en una materia con una nota promedio mínima de 7 sobre 10 puntos (Consejo Politécnico- EPN-, 2018).

La Figura 4.10. indica la tasa de éxito en las materias dictadas en Ciencias. Se observa que en ICEF, esta tasa es más alta a comparación de las otras carreras y a lo largo del tiempo, en promedio, ha estado alrededor del 92 %. Por otra parte, a pesar de que Física cuenta con el menor número de estudiantes, presenta la tasa de éxito más baja, lo que tiene cierta similitud con las carreras de Ingeniería Matemática y Matemática.

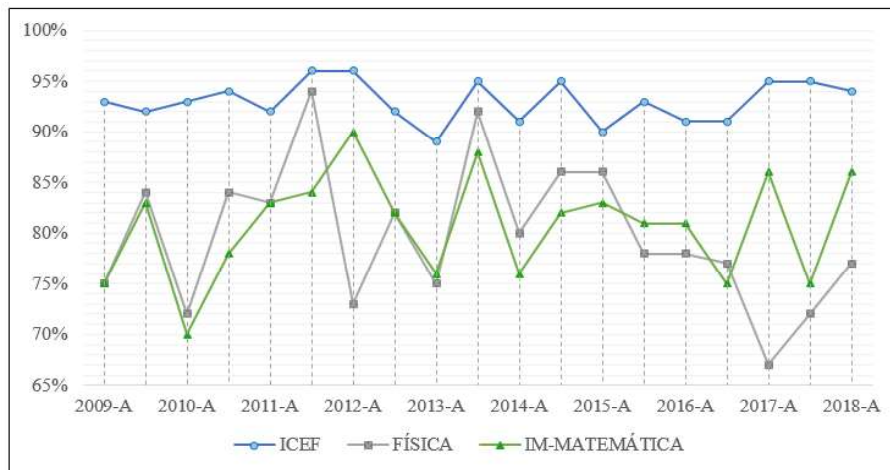


Figura 4.10: Tasa de Éxito de las materias de la Facultad de Ciencias

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

Índice de Rendimiento Académico- IRA- y Porcentaje de Aprobación

Para la correcta matriculación en las materias, los estudiantes deben cumplir con los prerrequisitos establecidos por cada una de ellas. Todas las carreras cuentan con una malla curricular en la que se especifican los créditos u horas de las distintas materias, los cuales sirven de base para la inscripción.

El IRA indica la trayectoria que alcanza un estudiante en el área académica durante toda la carrera, y está evaluado sobre 40 puntos. Para su cálculo se multiplica el Promedio Ponderado de Calificaciones -PPC- y el Coeficiente de Aprobación -CA- en cada periodo lectivo. El CA se obtiene a través de la división del número total de créditos aprobados por el total de créditos registrados, aún si estos no han sido aprobados. Por otra parte, el porcentaje de aprobación indica el nivel o semestre referencial en el que se encuentra un estudiante (Consejo Politécnico, 2018).

Tabla 4.3: Calificación Promedio e IRA de los estudiantes de la Facultad de Ciencias

Periodo	ICEF		Física		IM-Matemática	
	Cal.Prom	IRA	Cal.Prom	IRA	Cal.Prom	IRA
2009-A	30,76	27,35	29,30	22,80	28,38	20,23
2009-B	31,04	27,83	28,70	22,16	28,98	20,71
2010-A	30,82	27,64	29,39	22,29	28,42	20,98
2010-B	31,07	27,72	29,42	21,73	28,8	21,66
2011-A	31,17	27,86	29,52	23,01	28,34	21,31
2011-B	31,07	27,81	29,13	22,25	29,19	22,66
2012-A	31,11	27,51	29,12	21,86	28,76	22,22
2012-B	31,23	27,22	29,21	20,95	29,04	22,69
2013-A	30,94	27,18	28,45	20,24	28,81	21,77
2013-B	30,65	26,53	28,71	20,84	29,15	22,20
2014-A	30,47	25,04	29,2	21,79	29,27	22,66
2014-B	30,32	24,58	29,31	22,17	29,16	21,96
2015-A	30,48	24,76	29,58	22,41	29,55	21,26
2015-B	30,24	24,31	29,44	22,88	28,87	20,32
2016-A	29,99	24,84	29,06	22,15	29,56	21,35
2016-B	30,05	23,87	29,51	21,87	28,82	20,09
2017-A	30,4	24,17	28,87	21,14	28,36	20,31
2017-B	30,69	25,91	28,98	21,41	28,6	21,01
2018-A	30,72	26,24	28,58	20,91	28,77	21,14

Nota: Cal.Prom = Calificación Promedio sobre 40 puntos.

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

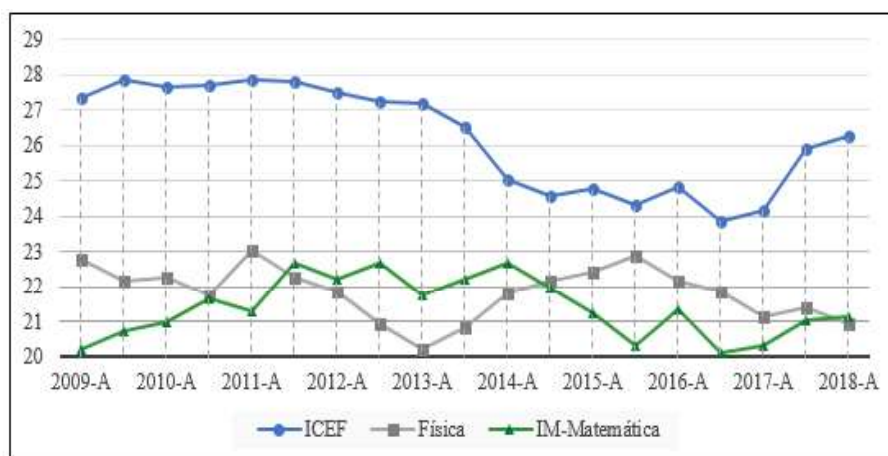


Figura 4.11: IRA promedio de los estudiantes de la Facultad de Ciencias

Fuente: DGIP, 2019

Elaboración: La autora

La Tabla 4.3. indica la calificación promedio e IRA. Estos valores son más altos en ICEF a comparación de las otras carreras, sin embargo, se encuentran leves declives o

ascensos entre periodos. Por su parte, Física e IM-Matemática presentan un IRA por debajo de los 23 puntos, como se evidencia en la Figura 4.10.

Características relacionadas con los docentes

Relación Laboral

Los docentes son parte fundamental en el proceso de matrícula, pues son los responsables de dictar cátedra. Dentro de la planta docente se encuentran profesores e investigadores, cuyas principales actividades se orientan a la docencia, investigación, dirección o gestión académica (CES, 2018).

De acuerdo con el Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor e Investigador del Sistema de Educación Superior del CES (2018), los docentes son titulares o no titulares, y la relación laboral depende de la modalidad de contratación. Los titulares se clasifican en principales, agregados y auxiliares, y reciben una categorización de *nombramiento*, ya sea provisional o definitivo. A los no titulares, se les otorga una categoría de *contrato*, y pueden ser invitados, ocasionales u honorarios. En la EPN, la Dirección de Recursos Humanos y las respectivas autoridades se encargan de gestionar la elaboración de contratos, así como de administrar y supervisar procesos de la planta docente y administrativa (EPN, 2019). Los docentes, grosso modo con nombramiento, se caracterizan por contar con más *años de experiencia*, ya que una vez otorgada esta relación inician su labor de enseñanza, por lo cual esta variable también se estudiará.

Los *técnicos docentes y ayudantes de cátedra o investigación* forman parte de apoyo a los docentes. Los técnicos docentes se encargan de realizar actividades de apoyo en la investigación, como supervisión y evaluación en las actividades de aprendizaje práctico. Por otra parte, los ayudantes de cátedra o investigación, son estudiantes que asisten a los docentes conforme a las especificaciones que se les otorguen, y para su contratación, las autoridades consideran: el número de estudiantes, necesidades de la cátedra, o frecuencia de trabajos de campo (CES, 2018).

Las Figuras mostradas a continuación indican la relación laboral de los docentes que dictan cátedra en cada carrera de Ciencias:

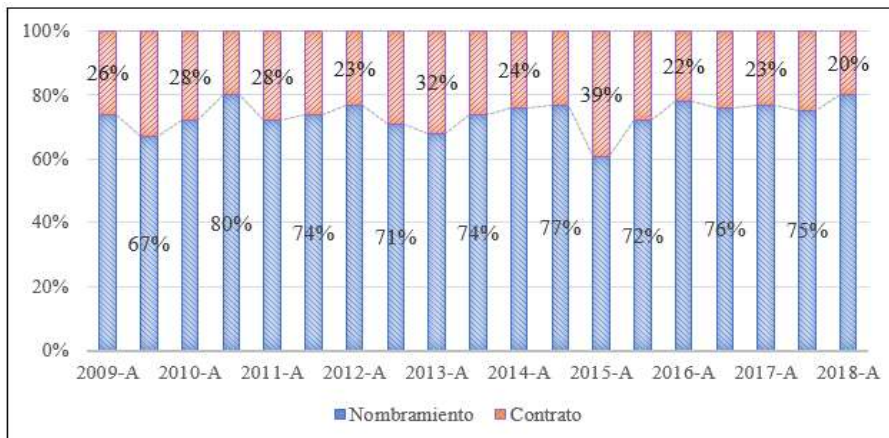


Figura 4.12: Porcentaje de la Relación laboral de los docentes en ICEF

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

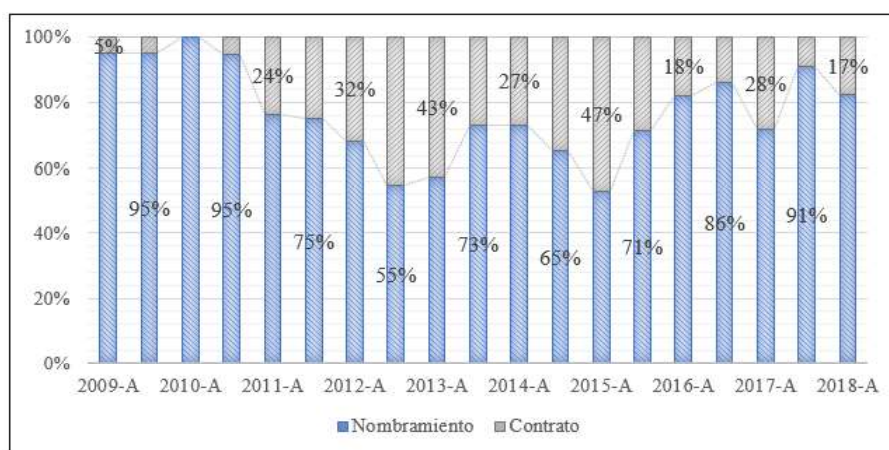


Figura 4.13: Porcentaje de la Relación laboral de los docentes en Física

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

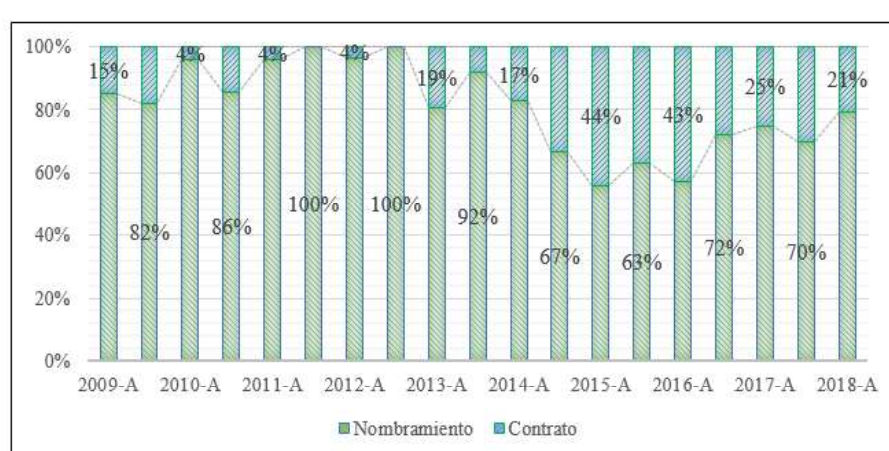


Figura 4.14: Porcentaje de la Relación laboral en IM y Matemática

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

En todas las carreras se observa que la relación laboral de nombramiento es la que predomina en el tiempo, y en Ingeniería Matemática y Matemática ha sido más representativa con alrededor del 80 %, en promedio. En ICEF, el porcentaje de docentes con *contrato* muestra más continuidad temporal con respecto a las demás carreras. Así, al analizar los 19 periodos lectivos en toda la Facultad se tiene que, en promedio, al menos, el 70 % de los docentes tienen o tuvieron nombramiento, y para el periodo 2018-B ese porcentaje incrementa en 7 puntos porcentuales.

Género del docente

Para Aguiar et al. (2011) el género del docente tiene influencia en las calificaciones finales de los estudiantes. En su estudio, se analizó el rendimiento de las mujeres en matemáticas, y los resultados determinaron que, cuando el género del docente es femenino, los estudiantes tienen mejores calificaciones. Sin embargo, independientemente del género, las diferencias en las calificaciones suceden por la forma de evaluación de cada docente.

En la Facultad de Ciencias, resulta interesante que la relación entre el género de los docentes tenga semejanza con respecto al porcentaje de mujeres y hombres de las carreras estudiadas. Por ejemplo, en ICEF, la presencia del género femenino es mayor tanto en estudiantes como en docentes, mientras que en Física e Ingeniería-Matemática el género masculino prevalece como se muestra en las siguientes Figuras:

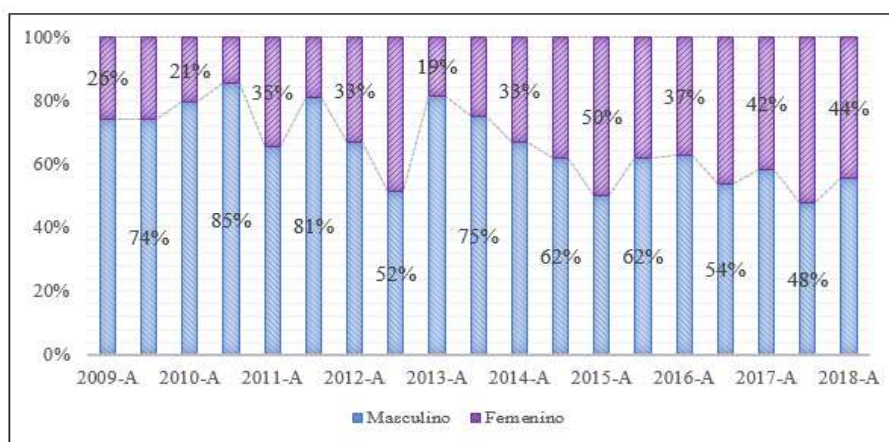


Figura 4.15: Porcentaje del Género de los docentes de ICEF

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

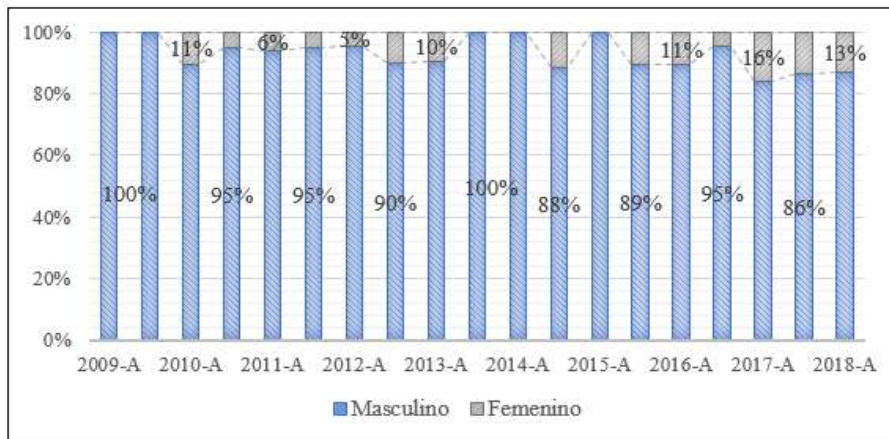


Figura 4.16: Porcentaje del Género de los docentes de Física

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

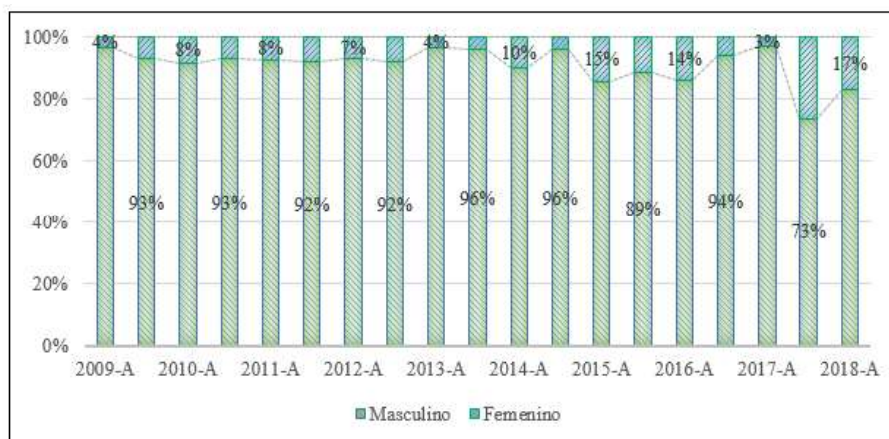


Figura 4.17: Porcentaje del Género de los docentes de IM y Matemática

Fuente: DGIP 2019

Elaboración: La autora

-Física es la carrera que cuenta con mayor personal docente masculino, con un promedio del 93% de representación en el tiempo estudiado. Ingeniería Matemática y Matemática no se encuentran distantes, ya que cuentan con un 91%, mientras que ICEF con un 66%. En el análisis global de toda la Facultad, resulta que, en promedio, solamente el 18% de los docentes está representado por el género femenino.

Una vez que se han analizado los datos y con base en la literatura, se procede a indicar la construcción de las variables correspondientes a los tres conjuntos revisados. La Tabla 4.4. muestra la descripción y el signo esperado, los cuales están fundamentados en los estudios revisados, y se añaden las variables fundamentales para el modelo.

Tabla 4.4: *Variables explicativas*

Variable	Descripción	Signo Esperado	Autores
Características relacionadas con los estudiantes			
Proporción mujeres/ hombres	Relación de mujeres con respecto a los hombres matriculados en cada materia.	+ / -	Ampillo et al. (2017)
Proporción ocupados	Relación de los estudiantes que tienen una ocupación laboral con respecto a aquellos que no la tienen.	+ / -	Zuluaga & Jaramillo (2008)
Proporción procedencia de colegio	Relación de estudiantes procedentes de colegios públicos respecto a los de establecimientos particulares.	+	Hendajany (2016)
Proporción becados	Relación de los estudiantes que poseen una beca con respecto aquellos que no la tienen.	+	Berlanga, Figuera, & Pons (2016)
Proporción provincia	Relación de estudiantes que pertenecen a otras provincias o son extranjeros respecto a los de la provincia de Pichincha.	-	CEPAL (2015)
Ingreso	Ingreso per-cápita promedio de los estudiantes medido en dólares.	+	Fernández et al. (2000)
Características relacionadas con la materia (aula)			
Proporción segunda y tercera matrícula	Relación promedio de los estudiantes que se matriculan por segunda y tercera vez respecto a los de matriculados por primera vez en la materia.	-	Montañez (2018)
IRA	Nivel promedio del IRA de los estudiantes en la materia medido sobre 40 puntos.		
Tasa de éxito	Relación porcentual promedio entre los estudiantes aprobados respecto con el total de matriculados en una materia.		
Porcentaje de aprobación	Indica en promedio, el porcentaje de aprobación que han alcanzado los estudiantes hasta el momento de la matrícula de una materia.		
Calificación	Indica la calificación promedio de la materia sobre 10 puntos.	+	Aguiar et al (2011)
Características relacionadas con el docente			
Género_docente	1 si el docente es mujer , 0 si es hombre	+	Aguiar et
Relación laboral	1 si el docente tiene nombramiento, 0 si tiene contrato.		al.(2011)
Años de experiencia	Indica los años de experiencia del docente en la EPN	+	Jepsen et al. (2009)

Elaboración: La autora

4.3. Metodología

4.3.1. Datos de Panel

A efectos de la presente investigación y considerando que las unidades de observación combinan tanto la dimensión transversal como la temporal, se emplea la metodología de datos de panel. De este modo, la unidad de observación está constituida por las materias que oferta la Facultad de Ciencias en los períodos de estudio.

Los datos de panel o datos longitudinales permiten capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre unidades individuales o en el tiempo. Por consiguiente, al disponer información anterior y posterior de un cambio relevante, estudian de mejor forma la dinámica de ajuste en modelos de comportamiento complejo. Por ejemplo, en cuestiones políticas y evaluación de programas o fenómenos como las economías de escala y el cambio tecnológico (Wooldridge, 2013).

La gran cantidad de información que se maneja en datos de panel permite que las estimaciones sean más eficientes. En este sentido, los resultados de las pruebas estadísticas son más consistentes ya que, al incrementar los grados de libertad, la correlación entre las variables independientes se reduce. Sin embargo, es importante mencionar que entre las principales limitaciones de esta metodología se encuentran problemas de diseño y recolección de datos, o distorsiones por errores de medida (Hsiao, 2003).

De acuerdo con el número de observaciones, se puede diferenciar entre micropaneles y macropaneles. En un micropanel (panel corto), el número de individuos es mayor a los periodos temporales, mientras que, en un macropanel (panel largo) el número de observaciones temporales es mayor al número de individuos. Tal que, cuando el número de observaciones es el mismo para todos los individuos, los paneles son balanceados, caso contrario son paneles no balanceados (Baltagi, 2001).

4.4. Especificación general de un modelo de datos de panel

La especificación general de este modelo está dada por la combinación entre datos de corte transversal y series de tiempo, y se expresa del siguiente modo:

$$Y_{it} = \alpha + X_{it}\beta + u_{it}, \quad (1)$$

con $i=1, \dots, N$ y $t= 1, \dots, T$

En la ecuación (1) se observa que la variable dependiente Y_{it} se encuentra explicada por: α , que es un escalar, β es un vector de $k \times 1$ parámetros, X_{it} , corresponde a la i -ésima observación de las k variables explicativas en el momento t , y u_{it} , está conformado por el término de error o perturbación en cada instante temporal. En donde i denota cada unidad de observación y t indica el tiempo.

Así, la forma funcional del modelo estimado se encuentra definido por las siguientes variables:

Y_{it} : Número de estudiantes que se matriculan en la materia i , en un período lectivo t .

X_{1t} : Proporción mujeres/hombres

X_{2t} : Proporción ocupados

X_{3t} : Proporción procedencia de colegio

X_{4t} : Proporción becados

X_{5t} : Proporción provincia

X_{6t} : Ingreso

X_{7t} : Proporción segunda y tercera matrícula

X_{8t} : IRA

X_{9t} : Tasa de éxito

X_{10t} : Porcentaje de aprobación

X_{11t} : Calificación

X_{12t} : Género del docente

X_{13t} : Relación laboral

X_{14t} : Años de experiencia

Para analizar los datos de tipo panel, el enfoque más simple es a través de la especificación con Mínimos Cuadrados Ordinarios -MCO-. Es decir, se omiten las dimensiones de espacio y tiempo y se considera que no existe heterogeneidad no observable. Pero, a fin de controlar la heterogeneidad se plantean los modelos de efectos fijos y efectos aleatorios a partir del modelo general (1) (Wooldridge, 2013).

Modelo de Efectos Fijos

Este modelo supone que las diferencias entre los individuos observados son fijas e independientes entre sí, y por ello se debe estimar cada intercepto u_i . La especificación de este modelo está expresada por la siguiente ecuación:

$$Y_{it} = v_i + \beta_1 X_{it} + u_{it} \quad (2)$$

Las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y se diferencian por características propias de cada una de ellas. Por tanto, v_i representa un vector de variables dicotómicas o ficticias para cada individuo.

Modelo de Efectos Aleatorios

La especificación de este modelo difiere con la de efectos fijos en que v_i ya no es un valor fijo para cada individuo, ni constante en el tiempo, sino, es una variable aleatoria α , expresado de la siguiente manera:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{it} + u_{it} \quad (3)$$

en donde, $\alpha_i = \alpha + e_i$ por lo que, los efectos individuales están distribuidos aleatoriamente y no se correlacionan con ninguna variable explicativa (Wooldridge, 2013).

4.5. Pruebas de especificación y validación del modelo

Para la validación del modelo, es fundamental efectuar un análisis de correcta especificación a través de un conjunto de pruebas estadísticas que garanticen la obtención de buenos estimadores. En atención a lo cual, la naturaleza de las pruebas dependerá del tipo de metodología empleada, que en este caso son datos de panel.

Contraste de Hausman

A través de la prueba de Hausman se puede elegir entre efectos fijos o aleatorios en el modelo. Para ello, es necesario estimar ambos modelos y comparar los coeficientes comunes a fin de analizar la posible existencia de correlación entre las variables independientes y el término de error. La hipótesis nula H_0 , consiste en que los estimadores de los efectos fijos y aleatorios no difieren sustancialmente. Si se rechaza H_0 , los estimadores difieren sistemáticamente y el modelo se explica mejor con efectos fijos, caso contrario, el mejor modelo de ajuste será con efectos aleatorios (Greene, 2009).

Autocorrelación

En datos de panel es frecuente que se viole el supuesto de independencia, ya sea por correlación serial o contemporánea (Baltagi, 2001). El problema de correlación serial o autocorrelación, se presenta cuando los errores dentro de cada unidad no son independientes en el tiempo. Para el diagnóstico de este problema, se emplea el test de Breusch–Godfrey o Durbin-Watson cuya hipótesis nula consiste en la no existencia de autocorrelación (Gujarati & Porter, 2010).

Correlación Contemporánea

La correlación contemporánea se presenta cuando las observaciones de ciertos individuos están correlacionadas con las observaciones de otros, en el mismo período de tiempo. Es decir, este problema hace referencia a la correlación de los errores de al menos dos o más unidades en el mismo período de tiempo (Aparicio & Márquez, 2005). Para el diagnóstico de este problema, el test de Breusch & Pagan identificará si los

errores entre individuos son independientes entre sí, cuya hipótesis nula consiste en la independencia transversal.

Heteroscedasticidad

Uno de los principales supuestos del modelo clásico es la homoscedasticidad, es decir, la varianza constante de los errores. Cuando se viola este supuesto, el modelo presenta heteroscedasticidad y estimadores ineficientes, a pesar de que estos sean insesgados (Wooldridge, 2013).

Para identificar posibles problemas de heteroscedasticidad se emplea el test de Breusch & Pagan, también denominado Multiplicador de Lagrange. La hipótesis nula de esta prueba consiste en la varianza constante. De acuerdo con Greene (1977) la mayor parte de pruebas son sensibles al supuesto de normalidad de los errores, por ello, propone la prueba Modificada de Wald que funciona incluso cuando este supuesto se viola.

Finalmente, con base al análisis de los resultados de las pruebas descritas previamente, se determina que el modelo debe ser estimado por efectos fijos. Sin embargo, es necesario corregir los problemas de autocorrelación y heteroscedasticidad (Ver Anexo C), por ello, se emplea estimadores de Mínimos Cuadrados Generalizados Factibles -MCGF- los cuales, al igual que los Errores Estándar Corregidos para Panel -EECP- resuelven los problemas mencionados (Beck & Katz, 1995). A diferencia de los Mínimos Cuadrados Generalizados -MCG-, los MCGF utilizan una matriz de varianza-covarianza estimada y no conocida, permitiendo que se cumplan los supuestos del modelo clásico (Greene, 2009).

Capítulo 5

Resultados

5.1. Estimación de los modelos

La tabla 5.1. muestra los resultados del modelo estimado, correspondientes a cada una de las carreras de la Facultad de Ciencias. La columna (1) indica los resultados de toda la Facultad, la columna (2) específicamente de la carrera de ICEF, (3) para Física, y finalmente (4) de IM y Matemática. En esta estimación se incluyen efectos fijos en el tiempo y en las materias. A través de la estimación de un modelo MCO-Agrupados, se analizó las variables por cada conjunto planteado, por lo que se utilizó una estrategia de regresión condicionada (Ver Tabla 2).

Empezando por la proporción de mujeres/hombres, los parámetros de esta variable muestra una relación negativa con la variable dependiente. Así, a medida que el número de matriculados incrementa, esta proporción tenderá a disminuir, por lo que la mayor parte de inscritos estará representada por el género masculino. De hecho, el porcentaje de hombres en la Facultad es mayor, a excepción de ICEF.

En todas las carreras, la proporción ocupados es estadísticamente significativa a un nivel del 1% de significancia y de signo positivo. Es decir, el incremento del número de matriculados, vendrá acompañado por estudiantes que tengan una ocupación laboral.

Tabla 5.1: *Resultados de la estimación por MCFG*

	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	28.28*** (8.54)	32.22*** (3.25)	9.644** (2.56)	12.95** (2.42)
Proporción mujeres/hombres	-0.302* (-1.76)	-0.386 (-1.49)	-0.154 (-0.44)	-0.110 (-0.42)
Proporción ocupados	2.989*** (2.154)	3.084*** (1.571)	1.632*** 0.534*	3.287*** (1.283)
Proporción procedencia colegio	0.342* (1.89)	0.207 (0.79)	(1.93) (1.81)	0.267 (0.80)
Proporción becados	1.369*** (4.45)	0.827 (1.62)	2.719*** (6.26)	1.640*** (3.15)
Proporción provincia	-0.455** (-2.27)	0.0815 (0.20)	-0.793*** (-3.23)	-0.709** (-2.28)
Ingreso	0.005*** (3.06)	-0.001 (0.02)	0.003 (1.56)	0.007*** (2.75)
Proporción de segunda y tercera matrícula	-1.018* (-1.82)	-3.242* (-1.74)	0.176 (0.29)	-0.557 (-0.72)
IRA	-0.442*** (-4.80)	-1.016*** (-4.35)	-0.159 (-1.36)	-0.143 (-1.09)
Tasa de éxito	4.032** (2.16)	15.79*** (3.12)	4.372** (1.99)	5.039* (1.88)
Porcentaje de aprobación	-4.345** (-2.00)	-2.259 (-0.49)	-0.413 (-0.13)	-10.08*** (-3.29)
Calificación	-0.119* (-1.73)	-0.280 (-1.55)	-0.179** (-2.07)	-0.289*** (-2.75)
Género_docente (Mujer=1)	0.842 (1.48)	3.240 (0.58)	0.969 (0.84)	-0.0883 (-0.09)
Relación laboral (Nombramiento = 1)	-0.784 (-1.37)	-2.041 (-0.54)	0.233 (0.27)	-1.669** (-1.71)
Años de experiencia	0.0257 (1.16)	-0.155 (-0.39)	-0.0269 (-0.84)	0.0836** (2.49)
Efectos Fijos de Tiempo	Sí	Sí	Sí	Sí
Efectos Fijos de Materia	Sí	Sí	Sí	Sí
N	1508.000	609.000	384.000	515.000
AIC	10292.261	4.359.975	2371.121	3.450.173
BIC	11052.814	5101.161	2616.059	3781.218
Wald chi2	3216.080	1345.150	1101.970	1424.890
Prob>chi2	0.000	0.000	0.000	0.000

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01

Errores estándar entre paréntesis

Elaboración: La autora

En la mayor parte de los casos, los estudiantes no pueden dejar de trabajar dado que son soporte para su familia, o en realidad lo necesitan (Carrillo & Ríos, 2013).

La variable proporción procedencia de colegio indica que la mayor parte de inscritos proceden de colegios públicos. Desde luego, las IES públicas resultan más accesibles en relación con los costos, e independientemente de la procedencia del colegio representan la mayor tasa de matrícula en el país. En el momento de la inscripción, los estudiantes se predisponen a aprobar todas las materias y a matricularse regularmente, pues requieren finalizar la carrera.

Con el incremento de los estudiantes, el número de becas otorgadas por la EPN también ha tenido un aumento importante. De acuerdo con Andraca (2006), el que los estudiantes posean una beca, actúa como incentivo para que la conserven y se inscriban regularmente en un periodo lectivo, a más de mantener una buena trayectoria académica.

La variable proporción provincia presenta un signo negativo, a excepción de (2). En ICEF, las aulas se caracterizan por contar con una menor proporción de estudiantes que no pertenecen a la provincia de Pichincha o finalizaron la secundaria en otra localidad; hecho que sucede de manera contraria en las demás carreras. También se interpreta que los alumnos inscritos tienen una tendencia mayor de pertenecer a Pichincha, por lo que el peso de esta variable disminuye cuando aumenta el número de matriculados. Ciertamente, el estudiar en la Universidad requiere más esfuerzo para algunos estudiantes en el sentido de recorrer mayores distancias o mudarse, lo cual involucra más costos y cambios habituales. No obstante, para algunos puede representar un estímulo para matricularse a tiempo y finalizar la carrera satisfactoriamente (Bolden et al. 2015).

La variable ingreso presenta un signo positivo, a excepción de (2). Es decir, ante el incremento de estudiantes matriculados en una materia, el ingreso promedio de ese grupo aumentará. En esta variable es necesario señalar que existe cierta propensión a que la información no sea auténtica, y al ser un promedio, el ingreso es sensible ante los valores extremos (Juster & Smith, 1997).

Con respecto a las variables relacionadas con la materia, se tiene que mientras el número de matriculados aumente en una materia, la proporción segunda y tercera matrícula va a disminuir. En este sentido, en un aula siempre será mayor la cantidad de inscritos con primera matrícula. Cabe mencionar que las materias que representan una alta tasa de repetición mantienen ese comportamiento en el tiempo. En (3), esta variable muestra una relación positiva con la variable dependiente ya que Física tiene un alto porcentaje de repetición. Además, al contar con un número pequeño de estudiantes en clases, la posibilidad de que haya más inscritos de segunda o tercera matrícula aumenta.

A medida que los estudiantes se inscriben en las materias, el IRA y el porcentaje de aprobación en la carrera incrementa. De tal modo, siguiendo la malla curricular, en los últimos semestres se ofertan menos materias y estos niveles con respecto a los otros, se caracterizan por tener una cantidad inferior de inscritos, a menos que la materia sea anualizada. Así, al ir culminando la carrera, usualmente los estudiantes trabajan, hacen pasantías o preparan la modalidad de titulación seleccionada para la graduación. En cuanto a las variables calificación y tasa de éxito, se concluye que ante el aumento del número de matriculados, en promedio, las calificaciones disminuyen, pero las posibilidades de tener éxito en la materia son mayores.

Finalmente, las variables relacionadas con las características del docente difieren entre carreras. Sin embargo, solo en (4) se observa que el género femenino del docente tiene una relación negativa con la variable dependiente. De tal manera, el hecho de que la docente sea mujer representaría que tenga un menor número de estudiantes en las aulas. Esto se debe a que la mayor parte del personal docente pertenece al género masculino. De igual manera, solo en (4) el parámetro negativo de la variable años de experiencia indica que mientras un docente tenga más años de experiencia, en promedio, el número de matriculados aumentará. En cierto modo, los estudiantes tienen convicción de conocer el docente que dictará cátedra por la permanencia.

Con los efectos fijos, la mayor parte de materias significativas en el modelo resultaron ser aquellas que tienen continuidad, por ejemplo: Econometría I-II y III para (1), Mecánica Cuántica I-II en (2) y Análisis Matemático I-II y III en (3). Del mismo modo, los periodos indican mayormente significancia a partir del año 2012.

5.2. Pronóstico

Con el propósito de esta investigación, una vez que el modelo ha sido estimado y evaluado se procede a mostrar su aplicación. Para ello, se incluyeron los períodos 2018-B al 2020-B, y para probar su validación se realiza una comparación con datos reales hasta el período 2019-B. Las Tablas mostradas a continuación indican la capacidad predictiva del modelo en donde se exponen los datos reales y pronosticados del número de estudiantes en una materia de cada carrera seleccionada al azar.

Para el pronóstico se plantean dos escenarios:

1) En el primero, a través de tasas de crecimiento de las variables independientes para los períodos 2020-A al 2020-B, se estima el modelo de datos de panel (Ver Tablas 5.2. a 5.4.).

2) En el segundo, se pronóstica el comportamiento de las materias a través de modelos «ARIMA-Autoregressive Integrated Moving Average». Apesar de contar con un periodo corto de tiempo, este escenario se plantea para evaluar la tendencia de la variable dependiente (Ver Tablas 5.5 a 5.7).

Ahora bien, en términos generales, con respecto a las variables relacionadas con los estudiantes, se evidenció que en promedio, cada materia de Ciencias tiene al menos el 40 % de mujeres matriculadas en una materia. También, alrededor del 62 % de estudiantes proceden de colegios públicos, el 12 % mantiene una ocupación laboral, el 10 % posee una beca, y el 32 % pertenece a una localidad diferente a la de Pichincha.

En cuanto a las variables relacionadas con el aula, se constata que no todas las materias tienen una tasa de éxito del 100 %, por lo que, en cada periodo lectivo presentan un porcentaje de repetición al momento de la matrícula. Como ya se mencionó, la tasa de fracaso es más notable en los primeros semestres, lo cual genera inconvenientes para avanzar en la carrera. Este hecho se lo relaciona con que existe una alta tasa de retención, en el sentido de que el número de alumnos matriculados en primer semestre, aparecen inscritos en los siguientes niveles por más periodos de los que deberían cruzar regularmente. Un hecho interesante que se obtuvo con el análisis de los datos es

que, alrededor del 3 % de estudiantes desertan en los dos primeros semestres, otros en cambio, optan por cambiarse de carrera, particularmente dentro de la misma Facultad.

En lo que respecta a las variables relacionadas con los docentes, la mayor parte de ellos llevan dictando una materia por varios periodos de tiempo, más aún si tienen nombramiento. Por consiguiente, existe cierta diferenciación en relación con los resultados de las calificaciones cuando hay cambios en el docente.

5.2.1. Primer Escenario

Tabla 5.2: *Análisis de la materia Econometría I de ICEF*

Período	Real	Pronóstico	Diferencia	MSE
2009-A	27	25	2	0,01
2009-B	18	19	-1	0,00
2010-A	11	11	0	0,00
2010-B	22	17	5	0,01
2011-A	11	11	0	0,00
2011-B	14	16	-2	0,01
2012-A	19	15	4	0,01
2012-B	20	18	2	0,01
2013-A	13	13	0	0,00
2013-B	4	6	-2	0,03
2014-A	13	13	0	0,00
2014-B	26	23	3	0,01
2015-A	30	28	2	0,00
2015-B	15	19	-4	0,01
2016-A	17	28	-11	0,03
2016-B	33	33	0	0,00
2017-A	31	31	0	0,00
2017-B	33	33	0	0,00
2018-A	29	27	2	0,00
2018-B	31	32	-1	0,00
2019-A	29	31	-2	0,00
2019-B	37	34	3	0,00
2020-A*	-	28	-	-
2020-B*	-	24	-	-

Elaboración: La autora

Para medir la precisión del modelo, se utilizó el «Error Porcentual Medio Absoluto -MAPE-», que es una medida adimensional. El modelo del escenario 1) presenta un MAPE total del 18 %, es decir, tiene una capacidad predictiva del 82 %.

Tabla 5.3: *Análisis de la materia Procesos Estocásticos de IM-Matemática*

Período	Real	Pronóstico	Diferencia	MSE
2009-A	7	7	0	0,00
2009-B	3	4	-1	0,01
2010-A	15	13	2	0,03
2011-B	15	15	0	0,00
2012-A	10	10	0	0,00
2013-A	13	12	1	0,01
2014-A	11	11	0	0,00
2015-A	5	6	-1	0,01
2015-B	10	12	-2	0,03
2016-A	20	17	3	0,07
2016-B	11	12	-1	0,01
2017-B	10	11	-1	0,01
2018-B	22	25	3	0,01
2019-B	47	49	-2	0,01
2020-A*	-	28	-	0,00

Elaboración: La autora

Tabla 5.4: *Análisis de la materia Electrónica de Física*

Período	Real	Pronóstico	Diferencia	MSE
2009-A	6	5	1	0,01
2009-B	11	10	1	0,01
2010-A	1	2	-1	0,01
2010-B	2	2	0	0,00
2012-A	9	10	-1	0,01
2012-B	19	16	3	0,06
2013-B	10	11	-1	0,01
2014-B	14	14	0	0,00
2015-A	9	9	0	0,00
2015-B	9	9	0	0,00
2016-A	9	8	1	0,01
2016-B	9	9	0	0,00
2017-A	5	6	-1	0,01
2018-A	16	17	-1	0,01
2018-B	14	12	2	0,01
2019-A	7	10	-3	0,00
2019-B	4	6	-2	0,01
2020-A	-	12	-	0,00
2020-B	-	8	-	0,00

Elaboración: La autora

5.2.2. Segundo Escenario

Tabla 5.5: *ECONOMETRÍA I ICEF*

Período	Real	Pronóstico	Diferencia
2009-A	27	23	4
2009-B	18	15	3
2010-A	11	14	-3
2010-B	22	19	3
2011-A	11	16	-5
2011-B	14	18	-4
2012-A	19	21	-2
2012-B	20	19	1
2013-A	13	18	-5
2013-B	4	14	-10
2014-A	13	11	2
2014-B	26	18	8
2015-A	30	22	8
2015-B	15	24	-9
2016-A	17	26	-9
2016-B	33	24	9
2017-A	31	29	2
2017-B	33	27	6
2018-A	29	25	4
2018-B	31	28	3
2019-A	29	25	4
2019-B	37	29	8
2020-A*		27	
2020-B*		31	

Elaboración: La autora

En este escenario, se observa una tendencia creciente de la variable dependiente. A pesar de que no se cuenta con un periodo largo de tiempo, se puede dar indicios al número de estudiantes que se matricularían en una materia.

Tabla 5.6: *ARIMA Procesos Estocásticos de IM-Matemática*

Período	Real	Pronóstico	Diferencia
2009-A	7	6	1
2009-B	3	7	-4
2010-A	15	9	6
2011-B	15	12	3
2012-A	10	13	-3
2013-A	13	13	0
2014-A	11	14	-3
2015-A	5	11	-6
2015-B	10	12	-2
2016-A	20	16	4
2016-B	11	14	-3
2017-B	10	13	3
2018-B	22	16	6
2019-A	-	16	-
2019-B	47	18	29
2020-A*	-	19	-

Elaboración: La autora

Tabla 5.7: *ARIMA Electrónica de Física*

Período	Real	Pronóstico	Diferencia
2009-A	6	9	-3
2009-B	11	11	0
2010-A	1	7	-6
2010-B	2	10	-8
2012-A	9	13	-4
2012-B	19	16	3
2013-B	10	10	0
2014-B	14	8	6
2015-A	9	8	1
2015-B	9	8	1
2016-A	9	11	-2
2016-B	9	7	2
2017-A	5	7	-2
2017-B	16	12	4
2018-A	10	16	2
2018-B	14	16	-2
2019-A	7	15	-8
2019-B	4	15	-11
2020-A	-	14	-
2020-B	-	12	-

Elaboración: La autora

Capítulo 6

Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación tiene como principal objetivo plantear un modelo de pronóstico para conocer el número de estudiantes que se matricularían en las materias que oferta la Facultad de Ciencias de la EPN. Si bien es cierto que el proceso de matriculación puede resultar complejo, la evidencia empírica ayuda a comprender cuales son los determinantes más influyentes en este proceso, y las condiciones en las que los estudiantes deberían recibir clases.

Los resultados de este estudio sugieren que las características relacionadas con los estudiantes son las que mayormente influyen en la matrícula. Así, el aumento de los inscritos estará acompañado en mayor medida por estudiantes que procedan de colegios públicos, que posean una beca, y una ocupación laboral. Las aulas de Ciencias se caracterizan por contar con un mayor porcentaje de hombres, con excepción de la carrera de ICEF. De la misma forma, la mayor parte de docentes está representado por el género masculino, y la relación laboral que predomina es la de nombramiento.

Aún cuando la literatura señala que hay mayor predilección por los docentes que llevan más tiempo dedicado a la enseñanza (Jepsen & Rivkin, 2009), las variables como la relación laboral o años de experiencia no resultaron ser estadísticamente significativas en el modelo. En realidad, los estudiantes apenas pueden considerar este tipo de variables dado que no las pueden controlar.

El proceso de autoevaluación de calidad permite realizar un diagnóstico de la situación en la que se encuentra cada carrera. Por ello, es necesario que sea íntegro, y que la información por parte de docentes y estudiantes sea actualizada periódicamente. Cabe mencionar que el modelo genérico de evaluación de programas y carrera del CACES señala que es preferible contar con un número máximo de 30 estudiantes, o adecuar las aulas conforme a los requerimientos necesarios.

El análisis de este estudio ayuda a comprender la situación de la Facultad de Ciencias debido a que cada carrera presenta particularidades propias. Además, sería de gran ayuda un plan de refuerzo para que en los primeros semestres la deserción y tasa de fracaso no sean característicos de estos niveles.

El contar con un periodo corto de tiempo, es una limitación para cumplir con el objetivo general, sin embargo, a través de las tasas de crecimiento en los datos de panel se puede dar indicios del número de estudiantes que una materia tendrá. Finalmente, se espera que este modelo sirva de base para que otras facultades y universidades consideren las variables más influyentes en la matrícula, de forma que tengan una correcta planificación de las aulas o cursos.

Bibliografía

- Acevedo, D., Torres, J., y Jiménez, M. (2015). *Factores Asociados a la Repetición de Cursos y Retraso en la Graduación en Programas de Ingeniería de la Universidad de Cartagena, en Colombia*. Descargado de <http://www.redalyc.org/pdf/3735/373544189006.pdf>
- Aguiar, M., Gutiérrez, H., Lara, A., y Villalpando, J. (2011). El rendimiento académico de las mujeres en matemáticas: Análisis bibliográfico y un estudio de caso en educación superior en México. *Revista electrónica "Actualidades investigativas en educación"*, 11(2), 1–24. Descargado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44720020016>
- Albano, J. (2005). *Determinantes de la Matrícula Universitaria: Una aplicación de la teoría del capital humano al caso argentino*. Descargado de <http://www.depeco.econo.unlp.edu.ar/wp/>
- Ampillo, M., García, M., Martínez, A., y Sánchez, M. (2017). Ser Hombre, Factor para No Terminar los Estudios de Licenciatura: La Experiencia Mexicana en los últimos 20 años. *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*.
- Andraca, A. (2006). *Programas de becas estudiantiles: Experiencias latinoamericanas*. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación.
- Angrist, J. D., y Lavy, V. (1999). Using Maimonides' Rule to Estimate the Effect of Class Size on Scholastic Achievement*. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.114(2), 533-575. doi: 10.1162/003355399556061

- Aparicio, J., y Márquez, J. (2005). *Diagnóstico y Especificación de Modelos de Datos de Panel en STATA 8.0*. División de Estudios Políticos, CIDE.
- Arias, J., y Walker, D. (2004). *Additional Evidence on the Relationship between Class Size and Student Performance* (Vol. 35). Taylor & Francis, Ltd. Descargado de <https://www.jstor.org/stable/30042611> doi: 10.2307/30042611
- Attanasio, O. P., y Meghir, A., Costas & Santiago. (2011). Education Choices in Mexico: Using a Structural Model and a Randomized Experiment to Evaluate PROGRESA. *The Review of Economic Studies*, 79(1), 37-66. doi: 10.1093/restud/rdr015
- Babalola, J. (2015). *Fundamentals of Economics of Education*. Descargado de https://www.academia.edu/23007487/Fundamentals_of_Economics_of_Education_Revised_2015
- Baltagi, B. (s.f.). *Econometric Analysis of Panel Data*. Third Edition. New Delhi, India: John Wiley & Sons, Ltd.
- Bandura, A. (1988). Organisational Applications of Social Cognitive Theory. *Australian Journal of Management*, 13(2), 275-302.
- Baquero, V. (2000). *Sistema de educación superior del Ecuador*.
- Becker, G. S. (1975, January). Underinvestment in College Education. En *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education, Second Edition* (p. 191-200). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Bolden, R., Jones, H., S. & Davis, y Gentle, P. (2015). *Developing and Sustaining Shared Leadership in Higher Education*.
- Bordón, P. (2014). *Efectos del Prestigio de los Colegios de Enseñanza Media , del Ranking de las Universidades y el Aprendizaje del Empleador sobre los Salarios en Chile*.
- Borland, J. (2002). *New Estimates of the Private Rate of Return to University Education in Australia **.

- Browning, M., y Heinesen, E. (2007). Class Size, Teacher Hours and Educational Attainment. *Scandinavian Journal of Economics*, 109(2), 415–438. doi: 10.1111/j.1467-9442.2007.00492.x
- Busso, M., y Pérez, P. (2015). Combinar trabajo y estudios superiores ¿Un privilegio de jóvenes de sectores de altos ingresos? *Población y sociedad*, 22(1), 5–29.
- Candia, J., Perrotti, D., y Aldunate, E. (2015). Evaluación Social de Proyectos: Un Resumen de las Principales Metodologías Oficiales Utilizadas en América Latina y el Caribe. *CEPAL*, 1–110. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Carnoy, M. (2000). Education and racial inequality: The human capital explanation revisited. *Economics of Education Review*, Vol.15(3), pp. 259-272.
- Carrillo, S., and Ríos, J. (2013). Trabajo y rendimiento escolar de los estudiantes universitarios. El caso de la Universidad de Guadalajara, México. *Revista de la Educación*, 42. Descargado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602013000200001&nrm=iso
- Castejón, J., y Pérez, L. (2003). *Un modelo casual-explicativo sobre la influencia de las variables psicosociales en el rendimiento académico* (Vol. 50) (n.º 2).
- CES. (2018). Comisión Permanente de Universidades y Escuelas Politécnicas- Acuerdo No.ACU-CPUEP-SO-013-No.151-2017. Descargado de <http://www.ces.gob.ec/doc/Herramientas/instructivo%20para%20autorizar%20el%20incremento%20del%20numero%20de%20estudiantes%20por%20paralelo%20que%20exceda%20el%2025%20en%20las%20carreras%20de%20grado%20vigentes.pdf>
- CINDA. (1993). *Acreditación Universitaria en América Latina: Antecedentes y Experiencias*.
- Delfino, J. A. (1989). Los Determinantes del Aprendizaje y la Asignación de Recursos Escolares. *Revista de Economía y Estadística*, Cuarta Época, 27(1), 69-101.
- Dynarski, S., Hyman, J., y Schanzenbach, D. W. (2011). *Series Experimental Evidence on the Effect of Childhood Investments on Postsecondary Attainment and Degree Competition*. Descargado de <http://www.nber.org/papers/w17533>

- EPN. (2017). Reglamento de Régimen Académico de la Escuela Politécnica Nacional- Resolución No. CP-365-2017. Emitido por el Consejo Politécnico de la EPN.
- EPN. (2018). Reglamento de Becas, Ayudas Económicas y Descuentos. Emitido por el Consejo Politécnico de la EPN.
- Filges, T., y Sonne-Schmidt Scavenius, B. C., Christoffer & Nielsen Viinholt. (2018). *Small Class Sizes for Improving Student Achievement in Primary and Secondary Schools: A Systematic Review*.
- Finn, J. D., y Achilles, C. (1999). Tennessee's Class Size Study : Findings, Implications, Misconceptions. , *21*(2), 97–109. Descargado de <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/01623737021002097>
- Finn, J. D., Gerber, S. B., y Boyd-Zaharias, J. (2003). Small classes in the early grades, academic achievement, and graduating from high school. *Journal of Educational Psychology*, *97*(2), 214–223. doi: 10.1037/0022-0663.97.2.214
- García, A. (2017). *Rendimiento Educativo*. Descargado 2019-05-07, de <https://www.las2orillas.co/menor-hacinamiento-mas-rendimiento-educativo/>
- Gee, K. (2017). *Economics of Education - Education - Oxford Bibliographies*. doi: 10.1093
- Gil Izquierdo, M., Escobar, L., y Torres, M. (2010). *Los determinantes Socioeconómicos de la Demanda de Educación Superior en España y la Movilidad Educativa Intergeneracional*.
- Glass, G. V., y Smith, M. L. (1979). Meta-Analysis of Research on Class Size and Achievement. *American Educational Research Association, Vol.1*, pp. 2–16.
- Graham, E. (2009). *Public School Education—The Case for Reduced Class Size*. Descargado de <https://eric.ed.gov/?id=ED503690>
- Gresia, A., Luciano Di & Porto. (2004). *Dinámica del Desempeño Académico* (Department of Economics, Working Papers n.º 049). Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de La Plata.

- Gujarati, D. C., Damodar N. & Porter. (2010). *Econometría*. Quinta Edición en Español. México D.F., México: McGraw-Hill .
- Gúzman, J. (2011). Calidad de la enseñanza en la educación superior. *Revista Pefiles Educativos*, 33, 121–141.
- Hanushek, E., y Woessmann, L. (2007). *The Role Of Education Quality For Economic Growth*. The World Bank. doi: 10.1596/1813-9450-4122
- Harfitt, G. J. (2012). Class size and language learning in Hong Kong: The students' perspective. *Educational Research*, 54(3), 331–342. doi: 10.1080/00131881.2012.710091
- Harrison, J. C. (1927). *L'Effet Hawthorne et Le Bégaiement Chronique*.
- Hendajany, N. (2016, 02). The effectiveness of public vs private schools in indonesia. *Journal of Indonesian Applied Economics*, Vol. 6, pp. 66-89. doi: 10.21776/ub.jiae.2016.006.01.4
- Hornsby, R., David & Osman, y De Matos-Ala, J. (2013). *Large-class pedagogy: Interdisciplinary perspectives for quality higher education*.
- Hoxby, C. (2000). The Effects of Class Size on Student Achievement: New Evidence from Population Variation. , 1239–1285.
- Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data*. Second Edition. University College London.
- Ibáñez, N. (2009). Las Emociones en el aula. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*(28). doi: 10.4067/s0718-07052002000100002
- Jepsen, C., y Rivkin, S. (2009). *Class Reduction and Student Achievement: The Potential Tradeoff between Teacher Quality and Class Size*.
- Jones, R. (2008). *Synthesis Student retention and success : a synthesis of research*. Descargado de <https://www.heacademy.ac.uk/knowledge-hub/student-retention-and-success-synthesis-research>

- Juster, F. T., y Smith, J. P. (1997). *Improving the Quality of Economic Data: Lessons from the HRS and AHEAD* (Labor and Demography n.º 0402010). University Library of Munich, Germany.
- Lara, Y., Norma & Saldaña, Fernández, N., y Delgadillo, H. (2015). Salud, calidad de vida y entorno universitario en estudiantes mexicanos de una universidad pública. *Hacia la promoción de la salud*, 20(2), 102–117. doi: 10.17151/hpsal.2015.20.2.8
- LOES. (2000). Ley Orgánica de Educación Superior. Registro Oficial Suplemento 298 de 12-oct.-2010.
- Martínez Clares, P., Javier Pérez Cusó, F., and Martínez Juárez, M. (2014). Professional Guidance in Secondary Education. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 57–71. Descargado de <http://revistas.um.es/reifop> <http://www.aufop.com/aufop/revistas/lista/digital> <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.17.1.198841> doi: 10.6018/reifop.17.1.198841
- McAlpine, L., y Weston, C. (2002). Reflection: Issues related to improving professors' teaching and students' learning. *Instructional Science*, 28(5/6), 363–385. Descargado de <http://www.jstor.org/stable/23371455>
- Mediavilla, M. (2006). ¿ Son efectivas las becas en España ? Una evaluación de impacto para el nivel secundario post-obligatorio. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 7(1), 121–139.
- Mincer, J. (1993). *Studies In Labor Supply* (n.º 317). Edward Elgar Publishing.
- Miñano Pérez, P. (2011). *Un modelo causal-explicativo sobre la incidencia de las variables cognitivo-motivacionales en el rendimiento académico* (Tesis Doctoral). Descargado de <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmcz89v8>
- Molinos, A. (2014). *Mujeres con ciencia*. Descargado de <https://mujeresconciencia.com/2014/07/21/por-que-las-ninas-estudian-fisica/>

- Montañez, E. (2018). Diseño y Desarrollo de un Modelo de Pronóstico para Planeación en el Área Académica de la UNASAM. *Aporte Santiaguino*, 3(2), 266. doi: 10.32911/as.2010.v3.n2.448
- Mueller, S. (2013). Teacher experience and the class size effect - Experimental evidence. *Journal of Public Economics*, 98, 44–52. doi: 10.1016/j.jpubeco.2012.12.001
- Novales, A. (1993). *Econometría*. Segunda Edición en Español. McGraw-Hill Interamericana de España S.L .
- OCDE. (2017). Panorama de la Educación 2017. , 1–8. Descargado de <http://dx.doi.org/10.1787/eag-2017-en>. doi: <http://dx.doi.org/10.1787/eag-data-en>.
- OCDE. (2018). Education at a Glance 2018: OECD Indicators. Descargado de <https://www.oecd.org/centrodemexico/estadisticas/>.
- ONU. (2018). Impacto Académico. Descargado de <https://academicimpact.un.org/es/content/educacion-superior>.
- Pacheco, L. (2008). *La universidad: desafíos en la gestión académica*. Ediciones Abya-Yala.
- Paulsen, M. (1990). *College Choice: Understanding Student Enrollment Behavior*. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 6.
- Perna, L. (2007). *Studying College Access and Choice: A Proposed Conceptual Model*. doi: 10.1017/CBO9780511490828.022
- Ponce, P. (1994). La Educación Disputada: La Enseñanza Universitaria en la Real Audiencia de Quito. *Revista Ecuatoriana de Historia*, 1(6). doi: <http://dx.doi.org/10.29078/rp.v1i6.437>
- Rodríguez, A. (1999). Género, rendimiento y expectativas docentes. *Aula: Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*(11), 191–204.
- Ross, E. W. (2018). *Comment: Are private schools better than public schools? Perception versus reality*. Descargado de <https://www.timescolonist.com/>

opinion/op-ed/comment-are-private-schools-better-than-public-schools
-perception-versus-reality-1.23439962

Schultz, T. P. (1988). Education investments and returns. En H. Chenery y T. Srinivasan (Eds.), *Handbook of Development Economics* (Vol. 1, p. 543-630). Elsevier.

Senescyt. (2018). *Boletín-Analítico de Educación Superior, Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales*.

Sigillo, A. (2012). *Predictive Modeling in Enrollment Management : New Insights and Techniques*. Descargado de http://www.uversity.com/downloads/research/EI%20Whitepaper_R6.pdf

UNESCO. (2019). Educación Superior. Descargado de <https://es.unesco.org/themes/educacion-superior/>.

Whitehurst, G., and Chingos, M. (2011). Class Size: What Research Says and What It Means for State Policy. *Brookings Institution*. Descargado de <https://eric.ed.gov/?id=ED519453>

Wooldridge, J. (2013). *Introducción a la econometría. Un Enfoque Moderno*. Cuarta Edición en Español. México D.F., México: Cengage Learning.

Zuluaga, A., Francisco & Jaramillo. (2008). Determinantes de la demanda por educación superior en Colombia. *Revista de Economía del Rosario*, 11(1), 121-148.

Anexos

Anexo A

Estadísticas Descriptivas

A continuación se presenta una tabla de las estadísticas descriptivas de las variables explicativas presentadas en la Tabla 1.

Tabla 1: *Estadísticas Descriptivas*

Variable	Media	Desv. Std.	Mín.	Máx.	Q1	Q2	Q3
Proporción mujeres/hombres	1,02	1,08	0,00	13,00	0,33	0,67	1,35
Proporción ocupados	0,19	0,43	0,00	6,00	0,00	0,08	0,19
Proporción procedencia de colegio	2,12	1,63	0,00	19,00	0,50	1,75	2,50
Proporción becados	0,21	0,14	0,00	2,00	0,00	0,08	0,19
Proporción provincia	2,74	2,11	0,00	18,00	1,50	2,21	3,33
Ingreso	343,65	131,88	26,67	1000,00	138,03	260,87	407,36
Proporción segunda y tercera matr IRA	0,21	0,51	0,00	6,00	0,00	0,04	0,20
Tasa de éxito	0,86	0,19	0,00	1,00	0,77	1,00	1,00
Porcentaje de aprobación	0,64	0,22	0,02	1,00	0,46	0,64	0,83
Calificación	6,82	1,41	1,61	10,00	5,91	7,05	7,85
Género del docente	0,20	0,40	0,00	1,00	0,00	0,00	1,00
Relación laboral	0,74	0,44	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
Años de experiencia	14,75	12,16	1,00	42,00	3,00	10,00	27,00

Elaboración: La autora

Nota: El problema de heterogenidad que se refleja dado que algunas variables tienen la desviación estándar mayor a la media, fueron plenamente corregidos. Este problema surge por las diferencias entre carreras.

Anexo B

Modelo MCO-Agrupados

La Tabla 2. indica los resultados de la estimación realizada por MCO-Agrupados para toda la Facultad de Ciencias. En este modelo se utiliza una estrategia de regresión condicionada, es decir, se introduce las variables explicativas por grupos. De este modo, los grupos corresponden a las características relacionadas con los (i) estudiantes, (ii) la materia, y (iii) los docentes.

Los resultados de la columna (i) corresponden al conjunto de las características relacionadas con los estudiantes. En este grupo, todas las variables resultaron ser estadísticamente significativas a un nivel del 1 % de significación, y se encontró una relación positiva entre la variable dependiente y las variables explicativas, a excepción de *proporción provincia*.

En la columna (ii) se introduce el grupo de variables relacionadas con las características de la materia. Con ello, todas las variables a excepción del *IRA*, resultaron estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 1 %. La variable *tasa de éxito* es la única que tiene una relación positiva con la variable dependiente, mientras que las demás: *proporción segunda y tercera matrícula*, *IRA*, *porcentaje de aprobación* y *calificación* poseen una relación negativa.

La columna (iii) muestra los resultados de todos los conjuntos de variables explicativas. Con la introducción del último grupo, se observa que hay estabilidad de los parámetros tanto en signos como en magnitud. En todo caso, la única variable que resulta ser positiva y estadísticamente significativa a un nivel del 5 % de significación es el género del docente (mujer). De esta forma, el hecho de que la docente sea mujer, hace que cuente con una mayor cantidad de estudiantes en relación a si fuera hombre. Por otro lado, la modalidad de nombramiento y los años de experiencia, indican una relación negativa con la variable dependiente.

Tabla 2: Resultados de la estimación por MCO-Agrupados

	(i)	(ii)	(iii)
Características del estudiante			
Constante	6.325*** (6.24)	20.760*** (8.34)	22.771*** (9.03)
Proporción mujeres/hombres	0.579*** (2.83)	0.729*** (3.59)	0.583*** (2.91)
Proporción ocupados	3.945*** (2.210)	3.865*** (2.288)	3.785*** (2.276)
Proporción procedencia de colegio	1.694*** (7.00)	1.389*** (6.00)	1.304*** (5.73)
Proporción becados	3.769*** (9.11)	3.215*** (8.19)	3.074*** (7.96)
Proporción provincia	-1.200*** (-4.43)	-1.278*** (-4.96)	-1.181*** (-4.65)
Ingreso	0.007*** (3.21)	0.005*** (2.67)	0.006*** (2.87)
Características del aula			
Proporción segunda y tercera matrícula		-1.935*** (-2.82)	-1.572** (-2.32)
IRA		-0.157 (-1.56)	-0.179* (-1.80)
Tasa de éxito		8.894*** (3.84)	8.193*** (3.60)
Porcentaje de aprobación		-12.91*** (-10.76)	-13.00*** (-10.95)
Calificación		-0.295*** (-3.75)	-0.319*** (-4.10)
Características del docente			
Género_docente (Mujer=1)			4.027** (6.37)
Relación laboral (Nombramiento=1)			-1.048 (-1.64)
Años de experiencia			-0.00163 (-0.07)
N	1508.000	1508.000	1508.000
AIC	11127.970	10957.230	10906.840
BIC	11165.200	11021.060	10986.620
R²	0.535	0.610	0.631
* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01			
Errores estándar entre paréntesis			

Elaboración: La autora

Anexo C

Pruebas de Especificación

Tabla 3: *Estimación por Efectos Fijos*

	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	28.79*** (9.43)	48.51*** (9.15)	16.11*** (4.71)	18.68*** (4.10)
Proporción mujeres/hombres	-0.533*** (-2.70)	-0.518 (-1.63)	0.0282 (0.07)	-0.595* (-1.93)
Proporción de ocupados	2.948*** (1.853)	3.049*** (1.307)	1.688*** (0.586)	3.324*** (1.087)
Proporción de colegio	0.850*** (4.11)	0.457 (1.40)	0.701** (2.29)	0.982** (2.53)
Proporción de becados	2.190*** (6.22)	-0.143 (-0.29)	3.028*** (6.35)	2.541*** (4.16)
Proporción provincia	-0.778*** (-3.37)	-0.143 (-0.29)	-0.828*** (-3.08)	-1.220*** (-3.47)
Ingreso	0.013*** (6.76)	0.010** (2.38)	0.004* (1.86)	0.015*** (5.25)
Proporción de segunda y tercera matrícula	-0.573 (-0.90)	-2.813 (-1.28)	-0.268 (-0.42)	-0.077 (-0.09)
IRA	-0.538*** (-5.08)	-2.103*** (-8.24)	-0.226* (-1.76)	0.021 (0.13)
Tasa de éxito	2.899 (1.34)	8.338 (1.48)	4.464* (1.84)	1.522 (0.48)
Porcentaje _aprobación	-4.345** (-2.00)	-4.973 (-1.01)	-1.013 (-0.31)	-10.11*** (-2.78)
Calificación	-0.119* (-1.73)	-0.0919 (-0.53)	-0.188** (-2.01)	-0.233* (-1.87)
Género _docente	2.484*** (3.82)	3.569*** (3.54)	1.100 (0.87)	-0.0963 (-0.09)
Relación laboral	-0.148 (-0.22)	0.900 (0.81)	0.977 (1.07)	-2.732** (-2.38)
Años de experiencia	-0.020 (-0.81)	-0.025 (-0.52)	-0.088*** (-2.73)	0.044 (1.11)
N	1508.000	609.000	384.000	515.000
AIC	10366.18	4369.521	2321.233	3458.05
BIC	10445.95	4435.698	2380.492	3521.712
R²within	0.298	0.377	0.293	0.340
R²between	0.531	0.296	0.354	0.822
R²overall	0.365	0.361	0.311	0.522

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01
 Errores estándar entre paréntesis

Tabla 4: *Estimación por Efectos Aleatorios*

	(1)	(2)	(3)	(4)
Constante	25.92*** (9.70)	45.12*** (8.14)	19.46*** (5.91)	29.74*** (7.87)
Proporción mujeres/hombres	-0.01 (-0.03)	-0.294 (-0.90)	0.005 (0.01)	-0.437 (-1.42)
Proporción de ocupados	3.321*** (2.089)	3.182*** (1.370)	1.876*** (0.633)	3.556*** (1.200)
Proporción de colegio	1.043*** (4.95)	0.657** (1.97)	0.774** (2.46)	1.187*** (3.07)
Proporción de becados	2.584*** (7.21)	1.593*** (2.66)	3.046*** (6.21)	3.367*** (5.53)
Proporción provincia	0,001*** (-4.15)	-0.333 (-0.66)	-0.829*** (-3.01)	-1.440*** (-4.09)
Ingreso	-0.001*** (5.03)	0.007* (1.84)	0.004* (1.70)	0.014*** (5.03)
Proporción de segunda y tercera matrícula	-1.082* (-1.70)	-5.050** (-2.35)	-0.303 (-0.47)	-0.729 (-0.84)
IRA	-0.348*** (-3.43)	-1.649*** (-6.64)	-0.231* (-1.85)	-0.106 (-0.70)
Tasa de éxito	5.248** (2.42)	21.91*** (4.02)	4.978** (2.01)	1.991 (0.65)
Porcentaje _ aprobación	-11.84*** (-7.48)	-3.358 (-1.63)	-6.223** (-2.35)	-21.36*** (-9.57)
Calificación	-0.208*** (-2.68)	-0.508*** (-3.29)	-0.218** (-2.33)	-0.257** (-2.21)
Género _ docente	3.481*** (5.52)	2.684*** (2.92)	1.115 (0.88)	0.944 (0.87)
Relación laboral	-0.699 (-1.09)	1.351 (1.41)	0.532 (0.57)	-3.696*** (-3.41)
Años de experiencia	-0.015 (-0.62)	-0.054 (-1.22)	-0.069** (-2.17)	0.070* (1.94)
N	1.508.000	609.000	384.000	515.000
R²within	0.287	0.360	0.287	0.327
R²between	0.660	0.498	0.411	0.846
R²overall	0.417	0.384	0.367	0.565

* p<0.10, ** p<0.05, *** p<0.01
 Errores estándar entre paréntesis

Elaboración: La autora

Nota: El R^2 mide la proporción de variabilidad total de la variable endógena explicada por las variables exógenas. Dado que en datos de panel las variables tienen variación tanto en el tiempo como entre individuos se considera: R^2 *within*, que mide la variación en el tiempo para un individuo dado, el R^2 *between* mide la variación entre individuos, y el R^2 *overall* mide la variabilidad total del modelo (Aparicio et al., 2005)

Contraste de HAUSMAN

Tabla 5: *Resultados del Contraste de Hausman*

Variables	Efectos Fijos	Efectos Aleatorios	Diferencia
Proporción mujeres/hombres	-0,54	-0,01	-0,53
Proporción ocupados	29,48	33,21	-3,72
Proporción procedencia de colegio	0,85	1,04	-0,19
Proporción de becados	2,19	2,58	-0,39
Proporción provincia	0,01	0,01	0,00
Ingreso promedio	0,004	-0,001	0,005
Proporción segunda y tercera matrícula	-0,57	-1,08	0,51
IRA_promedio	-0,54	-0,35	-0,19
Tasa de éxito	2,90	5,25	-2,35
Calificación	-0,13	-0,21	0,08
Porcentaje_aprobación	-8,38	-11,84	3,46
Género del docente	2,48	3,48	-1,00
Relación laboral del docente	-0,15	-0,70	0,55
Años de experiencia	-0,02	-0,02	-0,01

Ho: Diferencia en los coeficientes no sistemática
 $\chi^2(14) = 113.73$
 $Prob > \chi^2 = 0,0000$

Elaboración: La autora

La *Ho* se rechaza; es decir, la diferencia entre los coeficientes de efectos y aleatorios sí difieren. Por lo tanto, conviene usar el método de efectos fijos.

Heteroscedasticidad

Tabla 6: *Resultados de la Prueba Modificada de Wald*

Prueba Modificada de Wald
<i>Ho: Varianza constante</i>
$\chi^2(111) = 16964.91$
$Prob > \chi^2 = 0.0000$

Elaboración: La autora

En esta prueba se rechaza la *Ho*, y se acepta la *Ha*, es decir hay presencia de heteroscedasticidad.