

Evaluación del programa Fray Juan Ramos de Lora con la aplicación de métodos multivariantes*

González V., Andrea; Nava P., Luis.

González V., Andrea

Lic. en Estadística

Universidad Nacional Experimental del
Sur del Lago "Jesús María Semprum"

Venezuela

gonzalezv@unesur.edu.ve

Recibido: 13-07-2009
Revisado: 03-11-2009
Aceptado: 26-02-2010

Nava P., Luís

Dr. en Estadística

Universidad de Los Andes

Venezuela

navalu@ula.ve

La finalidad de esta investigación fue realizar el análisis del funcionamiento del Programa Fray Juan Ramos de Lora, a través del rendimiento académico de los aspirantes que pertenecieron a las cohortes I y II (Períodos A-2003 y A-2004), quienes ingresaron a la Universidad de Los Andes por medio de este programa. Posterior a la realización del análisis exploratorio inicial, se crearon tres indicadores de rendimiento por los cuales se determinó que en la Etapa III, Formación Integral, los aspirantes de la cohorte II presentaron un mejor desempeño académico, y que en la Etapa VI, Nivelación, los aspirantes de la cohorte I mostraron un mejor desempeño académico. Además, se encontró que los aspirantes en general prefirieron cursar carreras del área de ciencias sociales. Seguidamente, se aplicó un análisis de correspondencias múltiples, en el que se precisó que gran parte del rendimiento académico de los aspirantes inscritos en la universidad dependieron del desempeño que tuvieron en las etapas III y IV del programa, de la cohorte a la cual pertenecieron y del área de estudio que eligieron al momento de escoger la carrera universitaria. Por último, se ajustó un modelo multinivel de dos niveles (nivel aspirantes y nivel facultad), para determinar qué variables explican el rendimiento académico de los aspirantes en la universidad. El promedio global se pudo considerar como una combinación lineal de éste en las facultades y de la nota definitiva en la Etapa Nivelación.

Palabras clave: Rendimiento académico, indicadores de rendimiento, análisis de correspondencia múltiple, modelos multinivel.

RESUMEN

The purpose of this investigation was to carry out the analysis of the operation of the program Fray Juan Ramos de Lora, throughout the academic performance of the applicants who were members of the cohorts I (Period A-2003) and II (Period A-2004), and who entered to the University of the Andes by means of this program. After carrying out the initial exploratory analysis three indicators of performance were created, through them it was determined that in the stage III, Integral Formation, the applicants of the cohort II showed a better academic performance, and in the stage VI, Leveling, the applicants of the cohort I showed a better academic performance. In addition, that the applicants in general preferred to study careers related to Social Sciences was proved. Subsequently, a multiple corresponding analyses was applied and a great part of the academic performance of the applicants enrolled in the university depended on the fulfillment they had in the stages III and IV of the program, the cohort to which they belonged, and the study area they chose at the moment they selected their university career was found out. Finally, a multinivel model of two levels (applicant level and faculty level), to determine which variables explained the academic performance of the applicants in the university was set. The global average as a lineal combination of it in the Faculties and the final grade in the Leveling Stage was considered.

Key words: Academic performance, indicators of performance, multiple corresponding analyses, multilevel models.

ABSTRACT

* Este artículo corresponde a un resultado parcial del trabajo de grado "Evaluación del Programa Fray Juan Ramos de Lora con la aplicación de métodos multivariantes", desarrollado por Andrea González Villar bajo la tutoría del Dr. Luis Nava Puente.

1. Introducción

Existen bachilleres en la disposición de realizar estudios universitarios y que, bien por estar ubicados en los municipios más alejados del centro urbano, por no contar con los recursos socioeconómicos necesarios para cubrir sus necesidades básicas antes y durante su ingreso a la universidad, o por deficiencias académicas en sus estudios de educación media, entre otras razones, no logran acceder a estas instituciones.

La Universidad de Los Andes, en su interés de ampliar las oportunidades de ingreso a los bachilleres en esa situación, ofrece una modalidad alterna de admisión: el Programa Fray Juan Ramos de Lora. La finalidad de este programa es promover el ingreso de aspirantes procedentes de planteles públicos de la ciudad de Mérida y las localidades cercanas, proporcionándoles herramientas académicas y socio afectivas que les permitan estar preparados para enfrentar los diferentes retos que se les presenten dentro de la vida universitaria (Comisión Redactora 2003).

En la investigación se utilizó principalmente la información aportada por cada aspirante del Programa Fray Juan Ramos de Lora en el momento de su inscripción formal (Expediente del aspirante). En este programa, cada estudiante debe pasar por las seis etapas que componen el mismo, el cual se inicia con la selección del plantel y, dentro de él, la selección del solicitante. Los postulantes deben cursar las etapas III y IV, denominadas Formación Integral y Nivelación; exigiéndose aprobarlas con una calificación mínima de 15 puntos (Calificaciones de 0-20 puntos) y, además, atender 44 horas de clase. Al aprobar estas etapas, el estudiante es asignado a la carrera que elige dentro de la Universidad

de Los Andes, donde por último se le hace el seguimiento a su desempeño académico universitario.

El análisis estadístico de esta investigación se hizo en base en los datos contenidos en los archivos de ciento sesenta participantes de la Cohorte I (Período A-2003) y Cohorte II (Período A-2004), del Programa Fray Juan Ramos de Lora.

Con la finalidad de establecer un criterio que permita a dicho programa evaluar el cumplimiento de sus metas futuras, este trabajo se planteó, como primer paso, efectuar un estudio estadístico exploratorio y crear algunos Indicadores del rendimiento académico. Estos parámetros sirvieron como herramienta inicial en el cumplimiento de los objetivos planteados por el programa en referencia.

Un segundo paso, fue el desarrollo de la técnica multivariada denominada análisis de correspondencias múltiples, con la que se precisaron las distintas relaciones existentes entre las variables en estudio (Díaz, 2002).

Por otro lado, se aplicó la técnica multivariada de análisis multinivel, con la finalidad de determinar el efecto directo de las variables independientes individuales y grupales sobre las variables dependientes del modelo a plantear, tal como lo establece Delprato (1999).

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo consistió en realizar una evaluación del funcionamiento y logros del Programa Fray Juan Ramos de Lora, desde sus inicios hasta la fecha.

Se definieron, por lo tanto, los siguientes objetivos específicos:

a. Construir un conjunto de indicadores que midieran la eficiencia del Programa Fray Juan Ramos de Lora y que pudieran ser usados como una herramienta importante en la toma de decisiones del programa.

b. Encontrar las variables que influyeron sobre el rendimiento académico de los participantes del programa.

c. Elaborar un modelo estadístico que pronosticara el desempeño de un aspirante en la etapa VI, basado en la información que se tuviera de su desempeño en las etapas II, III y IV.

3. Resultados

Tres indicadores del rendimiento académico de los aspirantes del Programa Fray Juan Ramos de Lora fueron evaluados:

3.1. Rendimiento en la etapa III, Formación Integral (RFI)

El indicador RFI mide porcentualmente el rendimiento académico obtenido por los aspirantes en las distintas actividades realizadas en la etapa formación integral, y el que se definió como:

$$RFI = \frac{\text{Nota definitiva en la etapa formación integral}}{\text{Total horas de clase en la etapa formación integral}} \times 100 \quad (1)$$

Teniendo en cuenta que cada postulante debe cumplir con un total de 44 horas y obtener una nota mínima de 15 puntos para aprobar esta etapa (rango entre 0 y 20 puntos), este fue un indicador de Eficacia y de Primer Nivel y su *umbral* de 34%. La evaluación realizada en esta etapa se hizo con la toma de

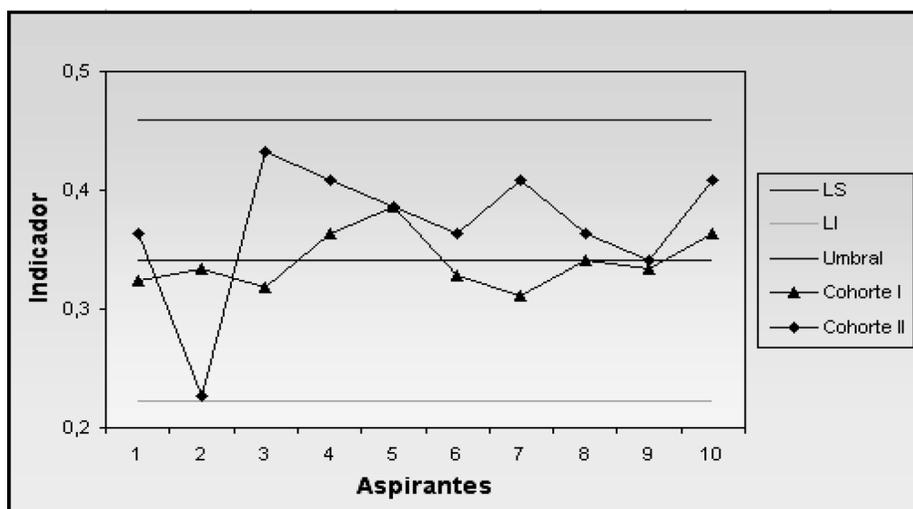


Gráfico 1. Evaluación del indicador: Rendimiento académico para los aspirantes en la etapa III, formación integral. Fuente: Elaboración propia

una muestra aleatoria de las notas definitivas obtenidas por el estudiante en la etapa III, tomando en cuenta que quedara la misma cantidad de alumnos por cada cohorte. En otras palabras, se tomó una muestra de 20 aspirantes, de los cuales 10 de ellos eran

de la cohorte I y los restantes de la cohorte II. Seguidamente, se evaluó el indicador, y con esta información se construyeron los límites superior e inferior para la generación del gráfico que permitió el análisis de esta evaluación. En el gráfico 1 resulta claro que

los integrantes de la cohorte I mostraron una homogeneidad en los valores del indicador, es decir, poca variabilidad entre ellos. También es cierto que la mayoría de los puntos se ubicaron por debajo del umbral, indicando esto el bajo rendimiento de los estudiantes de la cohorte I, en la etapa formación integral. Dentro de este orden de ideas, los aspirantes de la cohorte II mostraron heterogeneidad en los valores del indicador, mucha variabilidad entre ellos; aunque la mayoría de los puntos se ubicaron por encima del umbral lo que indica un buen rendimiento académico. Resalta, la presencia de un valor extremo ubicado sobre el Límite Inferior, siendo éste el indicador del rendimiento académico más bajo de la muestra en estudio.

3.2. Rendimiento en la etapa IV. Nivelación

$$RN = \frac{\text{Nota definitiva en la etapa nivelación}}{\text{Total horas de clase en la etapa nivelación}} \times 100$$

Este indicador mide porcentualmente el rendimiento académico obtenido por los aspirantes en las distintas actividades realizadas en esta etapa. Se tuvo en cuenta que cada postulante debe cumplir con un total de 65 horas y obtener una nota mínima de 15 puntos para aprobar esta etapa (rango entre 0 y 20 puntos). Su naturaleza fue de Eficacia y de Primer Nivel y el umbral de 23%. La evaluación se realizó con la toma de una muestra aleatoria de las notas definitivas obtenidas por el alumno en la etapa IV, y se consideró que quedara la misma cantidad de estudiantes por cada cohorte. En otras palabras, se tomó una muestra de 30 aspirantes, de los cuales 10 de ellos cursaron las actividades del área ciencias sociales, 10 el área de ciencias de la salud, y los restantes el área de ciencia y tecnología. Seguidamente, se evaluó el indicador y con esta información se construyeron los límites superior e inferior para la generación del gráfico que permitió el análisis de esta evaluación. Al observar la gráfico 2, resalta el hecho de que los alumnos

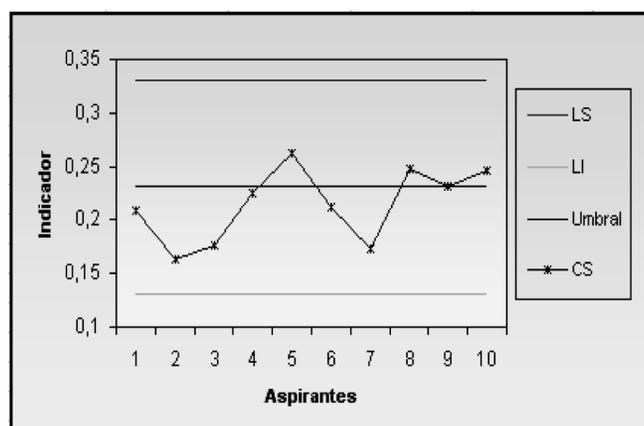


Gráfico 2. Evaluación del indicador: rendimiento académico para los aspirantes en la etapa IV, Nivelación; en el área de ciencias de la salud. Fuente: Elaboración propia

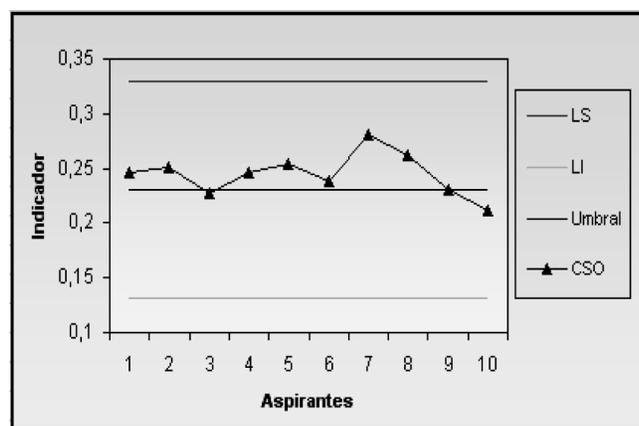


Gráfico 3. Evaluación del indicador: rendimiento académico para los aspirantes en la etapa IV, Nivelación; en el área de ciencias sociales. Fuente: Elaboración propia

que cursaron los talleres del área de ciencias de la salud en la etapa nivelación mostraron una heterogeneidad en los valores del indicador, eso significa que hay mucha variabilidad entre ellos. En la etapa nivelación, la mayoría de los puntos se ubicaron por debajo del umbral, esto es un indicativo del bajo rendimiento académico de los aspirantes en esta área. Al analizar el gráfico 3, se nota que los aspirantes que cursaron los talleres del área de ciencias sociales en la etapa nivelación mostraron una homogeneidad en los valores del indicador, eso quiere decir que hubo poca variabilidad entre ellos. En la etapa nivelación, la mayoría de los puntos se ubicaron por encima del umbral, pero cerca de éste, denotando así el buen rendimiento de los aspirantes en esta área. Al observar el gráfico 4, se aprecia que los aspirantes que cursaron los talleres del área de ciencia y tecnología en la etapa nivelación mostraron una heterogeneidad en los valores del indicador, es decir, existe mucha variabilidad entre ellos. Cuando se observa que la mayoría de los puntos se

ubicaron por encima del umbral, significa el buen rendimiento académico logrado por los aspirantes en esta área, la etapa nivelación.

3.3. Nivel de aprobación en las carreras asignadas

$$NA = \frac{\text{Total materias aprobadas}}{\text{Total materias cursadas}} \times 100$$

El indicador midió porcentualmente la relación entre las materias cursadas y las materias aprobadas por los aspirantes en las distintas carreras, teniendo en cuenta que cada aspirante debe cursar 5 materias cada semestre y debe aprobar un mínimo de 1 materia para ser considerado un alumno regular dentro de la Universidad de Los Andes. Su *Naturaleza* fue de Eficiencia y de Segundo Nivel, y el *Umbral* 20%. Para la *Evaluación*, se extrajo una muestra aleatoria de las notas definitivas obtenidas por el estudiante en la etapa III, estimando que quedara la misma cantidad de postulantes por cada cohorte. En otras palabras, se tomó una muestra de 30 aspirantes, de los cuales 15 de ellos pertenecían a la cohorte I y los restantes a la cohorte II. Seguidamente, se evaluó el indicador y con esta información se construyeron los límites superior e inferior para la generación del gráfico, de esa forma es posible hacer el análisis de esta evaluación. En el gráfico 5 se puede observar que los aspirantes de las cohortes I y II mostraron heterogeneidad en los valores del indicador, vale decir, presentaron cierta variabilidad entre ellos. La mayoría de los puntos se ubicaron por encima del umbral, un indicador de que son alumnos

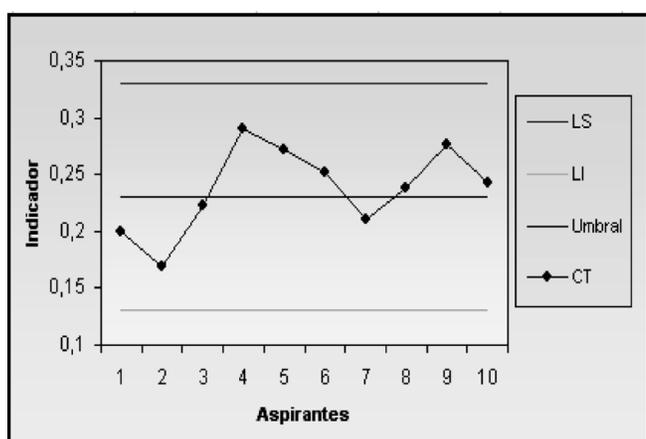


Gráfico 4. Evaluación del indicador: rendimiento académico para los aspirantes en la etapa IV, Nivelación; en el área de ciencia y tecnología.

Fuente: Elaboración propia

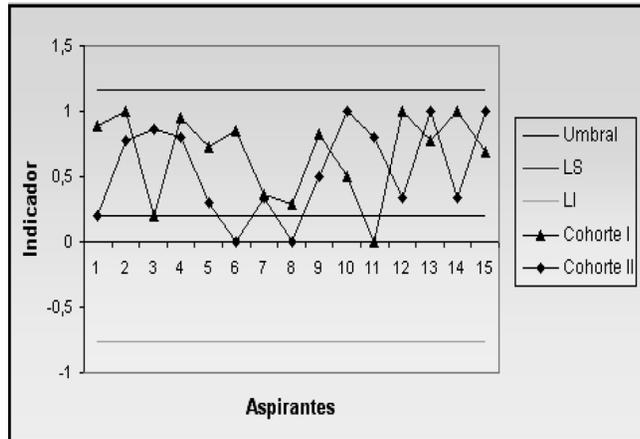


Gráfico 5. Evaluación del indicador: Nivel de aprobación de los aspirantes del Programa Fray Juan Ramos de Lora en las carreras asignadas.

Fuente: Elaboración propia

regulares de la universidad. Sin embargo, se puede expresar que la mayor proporción de postulantes que se mantuvieron en la condición de regulares pertenecían a la cohorte I.

4. Análisis de correspondencia múltiple

En la realización del análisis de correspondencia múltiple se incluyeron las variables: Cohorte, nota definitiva en la etapa III, nota definitiva en la etapa IV, área, unidades de crédito cursadas, materias cursadas, materias aprobadas, promedio global, promedio aprobatorio, edad, sexo, plantel de procedencia del aspirante y el promedio de notas desde 7º a 4º año de bachillerato.

Con la aplicación de esta técnica de análisis multivariante se deseaba conocer las características asociadas a las modalidades del promedio global obtenido por los estudiantes del programa inscritos en la universidad, se tomó edad y sexo como variables suplementarias, y se dejó el resto

como variables activas en el análisis. Este análisis se hizo a través del procedimiento CORRESP del software SAS® v_9.1 y del Software SPAD 4.6.

La técnica se desarrolló a través de la tabla de Burt, pues según Díaz (2002), ésta juxtapone todas las tablas de contingencia de las variables activas cruzadas por pares, con una dimensión de ($k^2=13 \times 13$) bloques. El cuadro 1, muestra la inercia ligada a cada valor propio, siendo 0,39098 para el valor propio más grande y 0,00535 para el más pequeño. El estadístico Chi-Cuadrado resultante fue 4985.84, el cual es una medida de similitud entre variables activas y suplementarias. La primera dimensión representó el 12.87%, con las tres dimensiones siguientes se agrupó el 36.07% de la inercia total. Con esta información, se definieron para este análisis sobre los planos factoriales las cuatro primeras dimensiones.

Cuadro 1

Inercia y descomposición Chi-Cuadrado

Valor singular	Inercia principal	Chi-cuadrado	Porcentaje	Porcentaje acumulado	3 6 9 12 15 -----+-----+-----+-----+-----
0.62528	0.39098	691.71	3.87	13.87	*****
0.51104	0.26116	462.04	9.27	23.14	*****
0.44533	0.19832	350.85	7.04	30.18	*****
0.40756	0.16611	293.87	5.89	36.07	*****
0.40297	0.16238	287.28	5.76	41.83	*****
0.37958	0.14408	254.91	5.11	46.95	*****
0.36777	0.13526	239.29	4.80	51.75	*****
0.35398	0.12530	221.68	4.45	56.19	*****
0.35398	0.12530	221.68	4.45	56.19	*****
0.34495	0.11899	210.52	4.22	60.41	*****
0.33231	0.11043	195.37	3.92	64.33	*****
0.32078	0.10290	182.05	3.65	67.98	*****
0.31626	0.10002	176.95	3.55	71.53	*****
0.30163	0.09098	160.96	3.23	74.76	*****
0.28753	0.08268	146.27	2.93	77.69	*****
0.27657	0.07649	135.32	2.71	80.41	*****
0.26300	0.06917	122.37	2.45	82.86	****
0.25700	0.06605	116.85	2.34	85.21	****
0.24918	0.06209	109.85	2.20	87.41	****
0.22878	0.05234	92.60	1.86	89.27	***
0.22129	0.04897	86.64	1.74	91.01	***
0.21409	0.04583	81.09	1.63	92.63	***
0.20305	0.04123	72.94	1.46	94.09	**
0.19222	0.03695	65.37	1.31	95.41	**
0.17529	0.03073	54.36	1.09	96.50	**
0.16429	0.02699	47.75	0.96	97.45	**
0.13758	0.01893	33.49	0.67	98.13	*
0.12584	0.01583	28.01	0.56	98.69	*
0.10887	0.01185	20.97	0.42	99.11	*
0.10779	0.01162	20.55	0.41	99.52	*
0.09038	0.00817	14.45	0.29	99.81	*
0.07317	0.00535	9.47	0.19	100.00	*
Total	281.818	4985.84	100.00		

Grados de libertad = 1681

Fuente: Elaboración propia

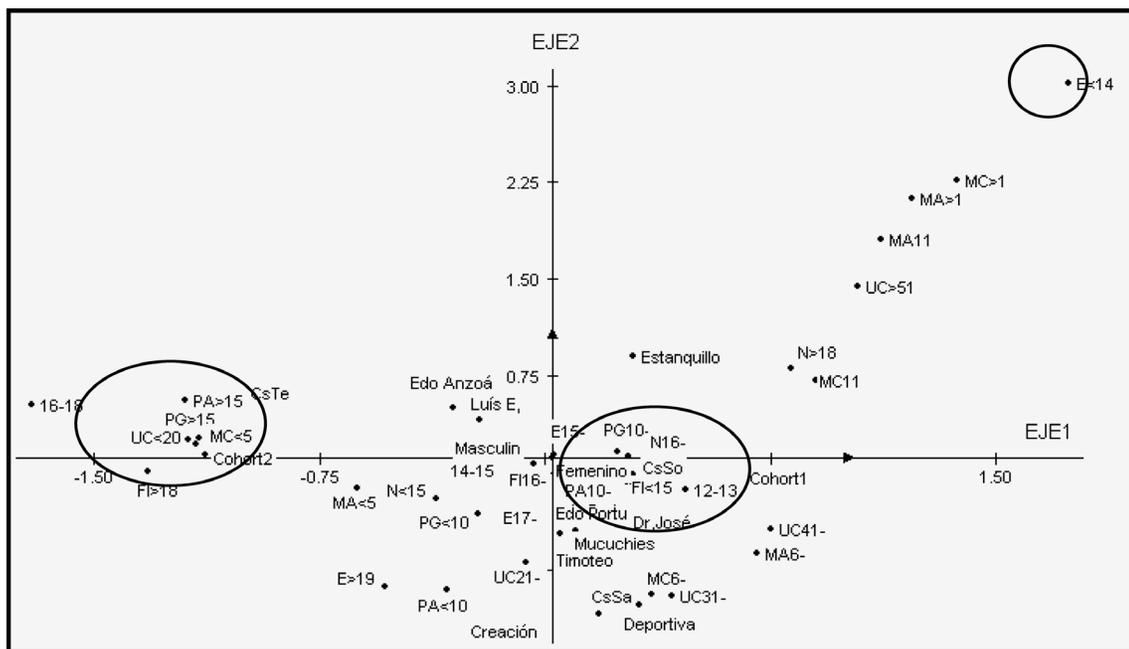


Gráfico 6. Variables activas del ACM, siendo edad y sexo las variables suplementarias en el primer plano factorial. Fuente: Elaboración propia

El gráfico 6 muestra la disposición de las variables en el primer plano factorial. En el mismo se nota que el primer eje factorial estuvo altamente determinado por la cohorte. Así, este eje determinó dos tipologías de aspirantes diferentes. Del lado derecho se puede afirmar que están los aspirantes con promedio global entre 10 y 15 puntos pertenecientes a la cohorte I, con 12 y 13.99 puntos de promedio en bachillerato, con 15 puntos o menos en la etapa de formación integral y nota entre 16 y 17 puntos en la etapa de nivelación, habiendo elegido el área de ciencias sociales. Mientras que del lado izquierdo se puede señalar que están los que tienen un promedio global y aprobatorio mayor a 15 puntos, pertenecientes a la cohorte II, con más de 18 puntos en la etapa de formación integral, los que escogieron el área de ciencias y tecnología, y que han cursado menos de 20 unidades crédito y menos de 5

materias durante su carrera universitaria.

Por otro lado, el eje factorial 2 está definido por las instituciones educativas de donde provienen los aspirantes, pues gran parte de estas modalidades se encuentran ubicadas a lo largo de este eje.

Cabe destacar, que los aspirantes menores de 14 años se ubicaron muy alejados de los ejes, lo que indica la poca frecuencia de esta modalidad en los datos.

El gráfico 7 muestra la disposición de las modalidades de las variables en el segundo plano factorial. Aquí sobresalió que el tercer eje factorial estuvo altamente determinado por la variable nota definitiva en la etapa formación integral. Este eje determinó dos tipologías de aspirantes diferentes, del lado derecho se puede afirmar que están los alumnos con más de 18 puntos en la etapa III, con 14 y 15 puntos en el bachillerato, con más de 18 puntos en la etapa IV, que

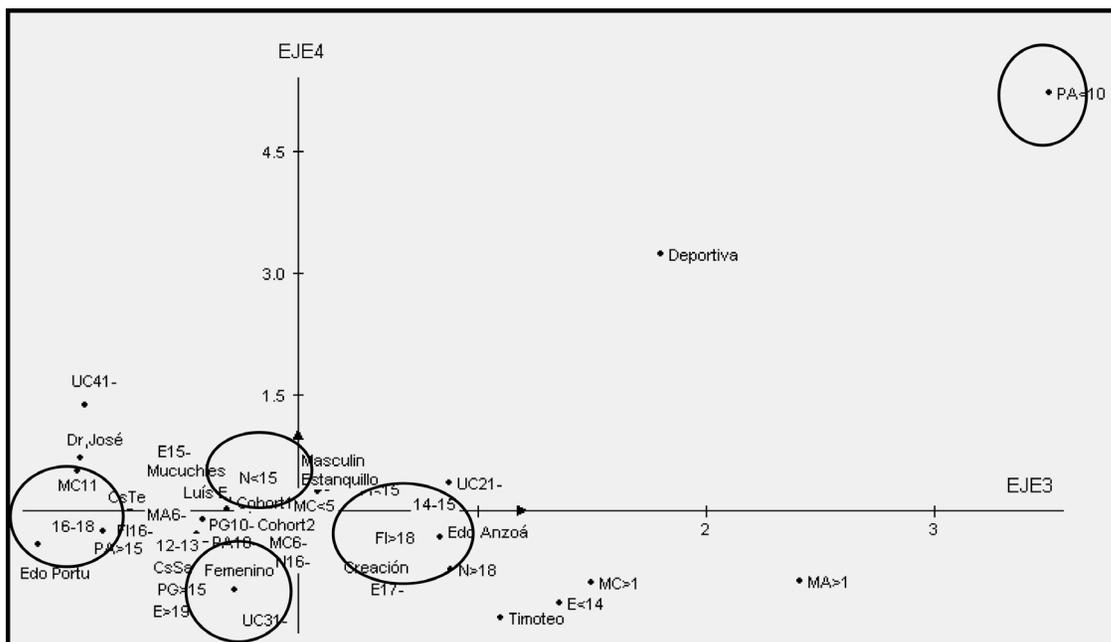


Gráfico 7. Variables activas del ACM, siendo edad y sexo las variables suplementarias en el segundo plano factorial. Fuente: Elaboración propia

proviene de la U.E. Estado Anzoátegui y han cursado entre 21 y 30 unidades crédito.

Mientras que del lado izquierdo se puede señalar que están los aspirantes con nota final en la etapa III entre 16 y 17 puntos, con notas en el bachillerato entre 16 y 18 puntos, pertenecen al área de ciencias y tecnología, han cursado entre 11 y 15 materias, de las cuales han aprobado entre 6 y 10. Además, tienen un promedio aprobatorio mayor a 15 puntos.

Por otro lado, el eje factorial 4 está definido por la cohorte de los aspirantes. Se caracteriza porque los aspirantes son del género masculino, pertenecen a la cohorte I, provienen de la U. E. El Estanquillo y tienen menos de 15 puntos en la etapa IV. En contraposición, se encuentran las aspirantes del género femenino, quienes tienen notas definitivas en la etapa IV entre 16 y 17 puntos, han cursado entre 31 y 40 unidades crédito

y entre 6 y 10 materias. Los aspirantes con promedios aprobatorios menores a 10 puntos se ubicaron muy alejados de los ejes, esto significa la poca frecuencia de esta modalidad en los datos.

4.1. Modelo multinivel

El modelo multinivel propuesto para el análisis del rendimiento académico de los postulantes del Programa Fray Juan Ramos de Lora en las Cohortes I y II, es de dos niveles. El primer nivel involucra a los estudiantes y el segundo nivel a las facultades de la Universidad de Los Andes, en las cuales están inscritos. Dado que estos datos tienen una estructura jerárquica, es propicia la aplicación de esta técnica multivariada. Para el desarrollo de este análisis se contó con 106 aspirantes de las dos cohortes y con 11 facultades. Inicialmente se estimó un pool de variables, éstas se redujeron a medida

que avanzaba el análisis pero sí quedaron aquellas que explican de una u otra manera el rendimiento académico de los cursantes.

Inicialmente se estudiaron numerosos modelos para tratar de ajustar uno en específico que permitiera la incorporación de variables de interés incluidas en el modelo estadístico inicial. En este primer paso se definió al Promedio Global (PG) como variable dependiente, y las restantes como variables explicativas de los dos niveles planteados.

La metodología utilizada para la aplicación del modelo multinivel es la propuesta por Singer (1998), la que se inicia

con el planeamiento del modelo nulo, luego se formula un modelo con la inclusión de efectos en el nivel 2, seguidamente se plantea el modelo con efectos de nivel 1 y, por último, un modelo donde se incluyan los efectos para ambos niveles. Es importante precisar que el método de estimación de los parámetros es Máxima Verosimilitud Restringida (REML). El ajuste del modelo multinivel se realizó haciendo uso del Proc Mixed del SAS® v_9.1. Es de interés resaltar que las interpretaciones y las verificaciones para los supuestos del modelo sólo se harán con el modelo final ajustado.

Paso 1: Modelo nulo. Considérese el modelo:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \mu_{0j} + \varepsilon_{ij} \tag{1.1}$$

donde $\mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00})$ y $\varepsilon_{ij} \sim IIDN(0, \sigma^2)$ este modelo se desglosa de:

$$\text{Nivel 1, Aspirantes: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \varepsilon_{ij} \text{ donde } \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \tag{1.2}$$

$$\text{Nivel 2, Facultades: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j}, \text{ donde } \mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00}) \tag{1.3}$$

Para este modelo se tiene que la estructura de covarianza especificada es inestructurada, con la estimación de 2 parámetros de covarianza. En el cuadro 2 se observa que el modelo converge rápidamente.

Cuadro 2

Historia de iteración

Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	543.31623374	
1	3	537.20786087	0.01746525
2	1	537.20671806	0.00000327
3	1	537.20670023	0.00000005
4	1	537.20669991	0.00000000
Se ha cumplido el criterio de convergencia.			

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los parámetros de covarianza estimados, mostrados en el cuadro 3, se advierte el valor estimado de $\hat{\tau}_{00} = 1.2404$ y el valor estimado de $\hat{\sigma}^2 = 10.2930$. Observando la última columna del P-Value, resalta que existe evidencia significativa al 5% de que las facultades no difieren en el rendimiento académico, pero que sí existe diferencia entre el rendimiento académico de los aspirantes.

Al estimar el coeficiente de correlación interclases, se tiene que:

$$\hat{\rho} = \frac{\hat{\tau}_{00}}{\hat{\tau}_{00} + \hat{\sigma}^2} = \frac{1.2404}{1.2404 + 10.2930} = 0.1075$$

Lo que significa que la proporción de la varianza total entre facultades es de 0.1075. (Este es un valor comparable con el obtenido en los modelos subsiguientes).

Cuadro 3

Estimadores de parámetro de covarianza

Parm Cov	Asunto	Error estimador	Valor estándar	Z	Pr Z
UN(1,1)	Facultad	1.2404	1.2800	0.97	0.1663
Residual	10.2930	1.4868	6.92		<.0001

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 4 muestra el valor estimado del efecto fijo, el cual para este caso es el intercepto. Así, se genera un modelo con esta estructura:

$$\hat{P}g = 10.1198$$

Cuadro 4

Solución para los efectos fijos

Efecto	Error estimador	Estándar	DF	Valor t	Pr > t
Intercept	10.1198	0.5566	9	18.18	<.0001

Fuente: Elaboración propia

Paso 2: Modelo incluyendo efectos del nivel 2, facultades. Incluyendo la variable explicativa, promedio global de la facultad (Pgf). Considérese el modelo:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Pgf_j + \mu_{0j} + \varepsilon_{ij} \quad (1.4)$$

donde $\mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00})$ y $\varepsilon_{ij} \sim IIDN(0, \sigma^2)$ este modelo se desglosa de:

$$\text{Nivel 1, Aspirantes: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \varepsilon_{ij} \text{ donde } \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \tag{1.5}$$

$$\text{Nivel 2, Facultades: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Pgf_j + \mu_{0j}, \text{ donde } \mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00}) \tag{1.6}$$

Para este modelo se tiene que la estructura de covarianza especificada es inestructurada, con la estimación de 2 parámetros de covarianza. En el cuadro 5 se advierte que el modelo converge rápidamente.

Cuadro 5

Historia de iteración

Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	522.73985357	
1	4	522.73985357	0.00
Se ha cumplido el criterio de convergencia.			

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los parámetros de covarianza estimados mostrados en el cuadro 6, encontramos que el programa no hace las estimaciones requeridas, surgiendo problemas de sobreparametrización por lo cual no es comparable con los demás. La variable Pgf es la única significativa, razón por la que se genera este modelo.

Cuadro 6

Estimadores de parámetro de covarianza

Parm Cov	Asunto	Error estimador	Valor estándar	Z	Pr Z
UN(1,1)	Facultad	0	.	.	.
Residual		9.4127	1.3246	7.11	<.0001

Fuente: Elaboración propia

Paso 3: Modelo incluyendo efectos del nivel 1, Aspirantes. Incluyendo la variable explicativa, definitiva Etapa IV, Nivelación (DefN). Considérese el modelo:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} DefN_j + \mu_{0j} DefN_j + \mu_{0j} + \varepsilon_{ij} \tag{1.7}$$

donde $\mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00})$ y $\varepsilon_{ij} \sim IIDN(0, \sigma^2)$ este modelo se desglosa de:

$$\text{Nivel 1, Aspirantes: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} Defn_j + \varepsilon_{ij} \text{ donde } \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \quad 1.8$$

$$\text{Nivel 2, Facultades: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \mu_{0j}, \text{ donde } \mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00}) \quad 1.9$$

$$\text{Incluyendo } \beta_{1j} = \gamma_{10} + \mu_{0j}, \text{ donde } \mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00}) \quad 1.10$$

Para este modelo, la estructura de covarianza especificada es inestructurada, con la estimación de 2 parámetros de covarianza. En el cuadro 7 se verifica que el modelo converge rápidamente.

Cuadro 7

Historia de iteración

Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	532.13728006	
1	3	520.52769133	0.03466562
2	2	520.48131422	0.00013850
3	1	520.47753273	0.00001129
4	1	520.47731631	0.00000065
5	1	520.47730533	0.00000003
6	1	520.47730478	0.00000000
Se ha cumplido el criterio de convergencia.			

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los parámetros de covarianza estimados mostrados en el cuadro 8, se presenta el valor estimado de $\hat{\tau}_{00} = 2.0114$ y el valor estimado de $\hat{\sigma}^2 = 8.5491$. Se observa que en la última columna del P-Value de esta misma tabla existe evidencia significativa 5% de que las Facultades no difieren en el rendimiento académico, pero que sí existe diferencia entre el rendimiento académico de los aspirantes. Estimando el coeficiente de

correlación inter-clases, tenemos:

$$\hat{\rho} = \frac{\hat{\tau}_{00}}{\hat{\tau}_{00} + \hat{\sigma}^2} = \frac{2.0114}{2.0114 + 8.5491} = 0.1904$$

Lo que significa que la proporción de la varianza total entre facultades es de 0.1904. (Este es un valor comparable con el obtenido en los otros modelos)

Cuadro 8

Estimadores de parámetro de covarianza

Parm Cov	Asunto	Error estimador	Valor estándar	Z	Pr Z
UN(1,1)	Facultad	2.0114	1.6898	1.19	0.1170
Residual		8.5491	1.2463	6.86	<.0001

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 9 presenta el valor estimado del efecto fijo, el cual para este caso es el intercepto. Así, se genera un modelo con esta estructura:

$$\hat{P}g = -10.1198 + 1.3138 \text{ DefN}$$

Cuadro 9

Solución para los efectos fijos

Efecto	Error estimador	Estándar	DF	Valor t	Pr > t
Intercept	-10.7983	4.8153	9	-2.24	0.0516
DefN	1.3138	0.2998	92	4.38	<.0001

Fuente: Elaboración propia

Paso 4: Modelo incluyendo efectos de los niveles 1 y 2, Aspirantes y Facultades. Incluyendo las variables explicativas, Definitiva Etapa IV, Nivelación (DefN) y Promedio global facultad (Pgf). Considérese el modelo:

$$Y_{ij} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Pgf_j + \gamma_{10} DefN_j + \gamma_{11} Pgf_j DefN_j + \mu_{0j} DefN_j + \mu_{1j} + \varepsilon_{ij} \tag{1.11}$$

donde $\mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00})$ y $\varepsilon_{ij} \sim IIDN(0, \sigma^2)$ este modelo se desglosa de:

$$\text{Nivel 1, Aspirantes: } Y_{ij} = \beta_{0j} + \beta_{1j} Defn_j + \varepsilon_{ij}, \text{ donde } \varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2) \tag{1.12}$$

$$\text{Nivel 2, Facultades: } \beta_{0j} = \gamma_{00} + \gamma_{01} Pgf_j + \mu_{0j}, \text{ donde } \mu_{0j} \sim IIDN(0, \tau_{00}) \tag{1.13}$$

$$\text{Incluyendo } \beta_{1j} = \gamma_{10} + \gamma_{11} Pgf_j + \mu_{1j}, \text{ donde } \mu_{1j} \sim IIDN(0, \tau_{00}) \tag{1.14}$$

Para este modelo, la estructura de covarianza especificada es inestructurada, con la estimación de 2 parámetros de covarianza. En el cuadro 10 se muestra que el modelo converge rápidamente.

Cuadro 10

Historia de iteración

Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	532.13728006	
1	3	520.52769133	0.03466562
2	2	520.48131422	0.00013850
3	1	520.47753273	0.00001129
4	1	520.47731631	0.00000065
5	1	520.47730533	0.00000003
6	1	520.47730478	0.00000000
Se ha cumplido el criterio de convergencia.			

Fuente: Elaboración propia

En el caso de los parámetros de covarianza estimados, presentados en el cuadro 11, queda demostrado que el valor estimado de $\hat{\tau}_{00} = 0.01423$ y el valor estimado de $\hat{\sigma}^2 = 7.9420$. Al observar la última columna del P-Value de este mismo cuadro, se comprueba que existe evidencia significativa al 5% de que las facultades no difieren en el rendimiento académico, pero que sí existe diferencia entre

el rendimiento académico de los aspirantes. Cuando se estima el coeficiente de correlación inter-clases, se tiene:

$$\hat{\rho} = \frac{\hat{\tau}_{00}}{\hat{\tau}_{00} + \hat{\sigma}^2} = \frac{0.0143}{0.0143 + 7.9420} = .00179$$

Así, la proporción de la varianza total entre Facultades es de 0.0179.

Cuadro 11

Estimadores de parámetro de covarianza

Parm Cov	Asunto	Error estimador	Valor estándar	Z	Pr Z
UN(1,1)	Facultad	0.01423	0.3833	0.04	0.4852
Residual		7.9420	1.1498	6.91	<.0001

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 12 evidencia el valor estimado del efecto fijo, el cual para este caso es el intercepto. En consecuencia, se genera un modelo con esta estructura:

$$\hat{P}g = -22.3083 + 1.2424 \text{ DefN} + 1.2796 \text{ Pgf}$$

Cuadro 12

Solución para los efectos fijos

Efecto	Error estimador	Estándar	DF	Valor t	Pr > t
Intercept	-22.3083	5.2010	8	-4.29	0.0027
DefN	1.2424	0.2802	92	4.43	<.0001
Pgf	1.2796	0.2309	8	5.54	0.0005

Fuente: Elaboración propia

Paso 5: Elección del modelo final

Se elige el modelo

$$\hat{P}g = -22.3083 + 1.2424 \text{ DefN} + 1.2796 \text{ Pgf}$$

que no presenta problemas de sobreparametrización, permite modelar efectos para los dos niveles, presenta los menores valores para las medidas de bondad de ajuste, las estimaciones para $\hat{\tau}_{00}$ y $\hat{\sigma}^2$ disminuyen considerablemente con respecto al resto de los modelos.

Además, es importante resaltar que se realizaron revisiones del modelo con las distintas estructuras de covarianza, siendo la mejor la inestructurada. Por lo que se procede a hacer la revisión de los supuestos del modelo, ésta se realiza gráficamente en base a los valores residuales del modelo.

Considerando el gráfico 8, se puede decir que se cumple el supuesto de normalidad de

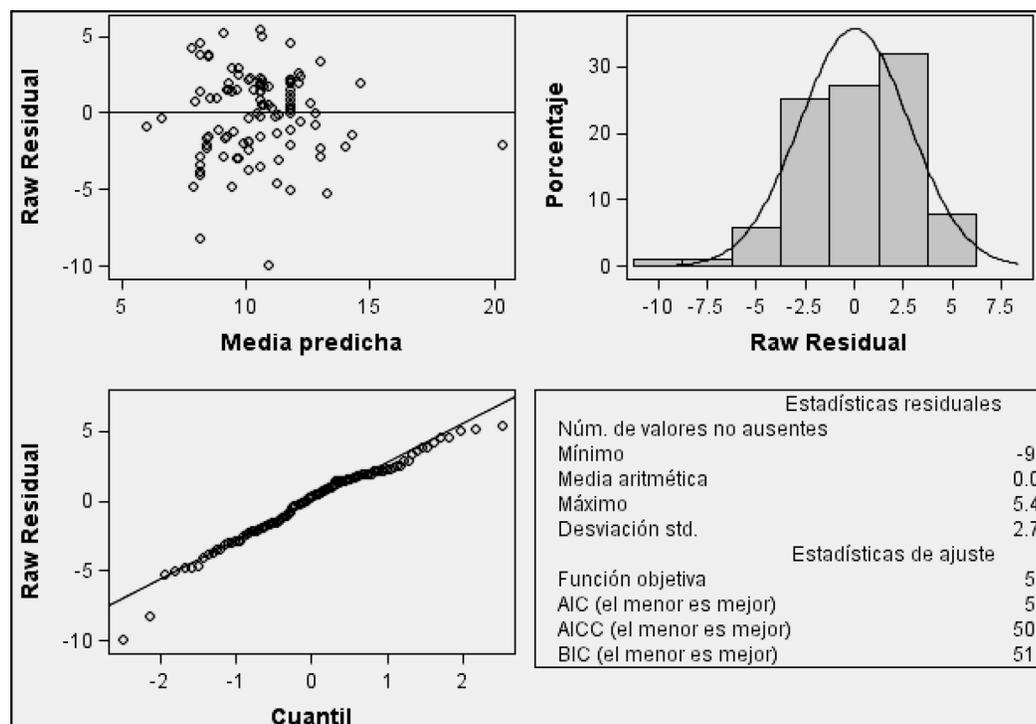


Gráfico 8. Residuos brutos para el promedio global. Fuente: Elaboración propia

los residuos y, además, que debido a que en el gráfico de los residuos brutos por medias estimadas no se presenta algún patrón en específico, se puede decir que los residuos son homocedásticos. Con lo que se afirma que este modelo resulta apropiado para hacer predicciones a futuro.

4.2 Interpretaciones del modelo

En el modelo ajustado se nota que en relación a los efectos fijos mostrados en el cuadro 12, todos los efectos o parámetros son significativamente diferentes de cero

($p < 0.001$). En el modelo se puede ver que por cada punto adicional en la nota definitiva del aspirante en la etapa de nivelación, su promedio global aumentará 1.2424 puntos, dejando constantes el resto de las variables. Asimismo, por cada punto adicional en el promedio global de la facultad a la cual pertenece el aspirante, su promedio global aumentará 1.2796 puntos, dejando constantes el resto de las variables. Esta dinámica se puede apreciar haciendo las sustituciones respectivas.

Cuadro 13

Algunas estimaciones puntuales del modelo

Nota definitiva nivelación	Promedio global de la facultad	Promedio global del aspirante
15	08	6.5645
15	10	9.1237
18	12	15.4101

Fuente: Elaboración propia

5. Conclusiones

1. Como resultado del análisis exploratorio inicial, se encontró que al iniciarse las etapas del programa fueron aceptados 53.1% de los aspirantes de la cohorte I y 46.9% de la cohorte II. De estos aspirantes incorporados al programa y que continuaron en la siguiente etapa formación integral, la nota definitiva promedio de los mismos fue de 15.70 puntos. Sin embargo, muy cercana a la nota establecida como aprobatoria para permitirles seguir en el programa. Por consiguiente, 80% de los postulantes continuaron en el mismo.

2. En esta perspectiva, la nota definitiva promedio de los aspirantes en la etapa de nivelación fue de 15.52, un indicador de que

en las etapas evaluativas de las actividades del programa, el rendimiento académico es aproximadamente el mismo.

De los aspirantes 3.77.5% aprobaron la etapa de nivelación, y sólo 13.31% fue excluido por presentar bajo rendimiento. En esta misma etapa, los aspirantes prefirieron el área de ciencias sociales, sin importar la cohorte por la cual ingresaron. Finalmente, 66.25% de los aspirantes formalizaron inscripciones en las distintas carreras de la Universidad de Los Andes, de los cuales 39% pertenecía a la cohorte I. 67% de los aspirantes mostraron preferencias por estudiar carreras relacionadas con el área de las ciencias sociales. Es importante resaltar que el doble de los estudiantes que tuvieron la preferencia

por esta área, pertenecen a la cohorte I. Sobresale así que aproximadamente la mitad de los aspirantes de esta área han cursado entre 1 y 5 materias.

De los aspirantes 4.57.3% tienen promedio global entre 10 y 15 puntos, de ellos 35% pertenece a la cohorte I y 22.3% a la cohorte II. En su mayoría, estos aspirantes tienen un promedio global de 10.44 puntos y un promedio aprobatorio de 12.91 puntos. Un dato importante arrojado por este análisis, es que del total de las materias que en promedio cursan los aspirantes sólo logran aprobar la mitad de ellas.

5. En la etapa de formación integral, la cohorte II es la que tiene el mejor rendimiento académico. En la etapa de nivelación, la cohorte I es la que tiene el mejor rendimiento académico. Resalta el hecho de que no existe una dependencia del desempeño en una etapa o en la otra. En general, los estudiantes del programa prefieren el área de ciencias sociales.

6. Los aspirantes que ingresaron al programa con promedio alrededor de 15 puntos desde 7º hasta 11º. año de bachillerato, obtuvieron notas definitivas superiores a los 16 puntos en la etapa de formación integral. Precisamente, fueron quienes lograron un mejor rendimiento académico durante las etapas del programa, cumpliendo con los objetivos y metas trazados por el mismo.

7. Se encontró una fuerte relación entre los aspirantes de la cohorte I con notas definitivas en la etapa formación integral menor a 15 puntos, y notas definitivas entre 16 y 17 puntos en la etapa nivelación, los que escogieron el área de ciencias de la salud. Aunque, en contraposición al grupo anterior, es de resaltar la relación entre los aspirantes

de la cohorte II, con notas definitivas mayores a 18 puntos en la etapa formación integral, quienes escogieron el área de ciencia y tecnología.

8. Esto indica la existencia de una gran dependencia entre el rendimiento académico de los aspirantes en las carreras universitarias, en relación con el desempeño de los mismos en las etapas académicas del programa.

9. El promedio global se puede ver como una combinación lineal del promedio global de las facultades y de la nota definitiva en la etapa nivelación. De tal forma que, un aspirante con nota definitiva de 15 puntos en la etapa IV y con 10 puntos del promedio global de la facultad, tendrá un promedio global de 9.1237 puntos.

6. Referencias

- Acevedo G., D. (2004). *Metodología del Control de Gestión: Del Indicador a la Toma de Decisiones*. (1era Ed). Caracas.
- Comisión Redactora. (2003). *Programa Fray Juan Ramos de Lora*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Comisión Redactora. (2005). *Programa Fray Juan Ramos de Lora*. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- Delprato, M. (1999). *Determinantes del Rendimiento Educativo del Nivel Primario Aplicando la Técnica de Análisis Multinivel*. IERA. Documento de trabajo N° 27. Córdoba.
- Díaz M., Guillermo L. (2002). *Estadística Multivariada: Inferencia y Métodos*. (1 era Ed). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Domínguez, Giraldo G. (2002). *Indicadores de Gestión y Resultados. Un Enfoque Sistemático*. (4ta Ed). DIKE. Medellín.

- Goldstein, H. (1999). *Multilevel Statistical Models*. Institute of Education. London England.
- Goldstein, Harvey, & Browne, William. (2001). *Multilevel Factor Analysis Models for Continuous and Discrete Data*. Institute of Education. London England.
- Hox, J. J. (1995). *Applied Multilevel Analysis*. Ámsterdam Holland: T T P-Publikaties.
- Monette, G., Shao, Q., & Kwan, E. (2002). *A First Look at Multilevel Models*. Institute for Social Research Statistical Consulting Service, York University (196).
- Rojas R, Marina del C. (2006). *Construcción de Indicadores para Evaluar el Desempeño Laboral del Personal Administrativo Docente de la Zona Educativa del Estado Mérida*. Trabajo de Grado De la Universidad de los Andes como Requisito Final para Optar por el Título de Licenciada en Estadística, No Publicado. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Escuela de Estadística, Universidad de Los Andes, Mérida Venezuela.
- Singer, Judith D. (1998). *Using SAS PROC MIXED to Fit Multilevel Models, Hierarchical Models, and Individual Growth Models*. Journal of Educational and Behavioral Statistics, Vol. 24, No. 2, (332-355).
- Wilmer, F., Moya, J. (2006). *Modelos Multinivel para Detectar Comportamientos de Abandonos en Estudios Longitudinales*. Departamento de Estadística, Universidad de Oriente. Venezuela, (1-10).