

Indicador global de rendimiento

GABRIEL RUIZ
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

JOSÉ RUIZ
Facultad de Economía y Administración
Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino, Argentina

ESTELA RUIZ
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina

1. Introducción

Una de las dimensiones más importantes en el proceso de enseñanza aprendizaje la constituye el rendimiento académico del alumno. El rendimiento académico de un estudiante universitario es la resultante de una multiplicidad de factores, que van desde los personales, los relacionados con el entorno familiar y social en el que se mueve el alumno, los dependientes de la institución y los que dependen de los docentes.

Existen diferentes definiciones conceptuales de rendimiento. El diccionario de la Real Academia lo define como "producto o utilidad que rinde o da una persona o cosa", Jiménez (2000) en su trabajo lo define como "el nivel de conocimientos demostrados en un área o materia comparado con la norma de edad y nivel académico". Se puede tener una buena capacidad intelectual, buenas aptitudes y sin embargo no estar obteniendo un rendimiento adecuado.

Según Cascón (2000), el indicador del nivel educativo adquirido, han sido, siguen siendo y probablemente seguirán siendo, las calificaciones escolares. Sin embargo, algunos autores indicaron que la cuestión no es tan sencilla, que previamente es preciso someter el criterio (de las calificaciones) a un análisis científico riguroso, es decir, comprobar si éste cumple con los requisitos de fiabilidad y validez que se exige a los predictores. Es por ello que en su trabajo, Cascón analiza algunas propiedades psicométricas de las calificaciones escolares, con el objeto de observar si guardan la bondad psicométrica suficiente para ser utilizadas como criterio del rendimiento académico, demostrando que se justifica el uso científico de la media de las calificaciones escolares como criterio de rendimiento escolar.

Se han definido diferentes índices que dan información del rendimiento, por ejemplo los índices de Proceso (que considera la cantidad de alumnos promocionados en un curso), de Producto (que toma en cuenta la cantidad de alumnos que aprueban el examen final) y de Aprobación (que toma la cantidad de alumnos aprobados en un año). En el trabajo de Piatti (2007), se calculan estos índices para cada asignatura de manera de poder hacer comparaciones entre asignaturas de diferentes etapas de una carrera y de

Revista Iberoamericana de Educación / Revista Ibero-americana de Educação
ISSN: 1681-5653

n.º 52/4 – 25/04/10

Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)
Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI)



diferentes áreas del conocimiento. Muñoz Muñoz (2005), considera como indicadores la tasa de abandono, de rendimiento y de éxito (que tiene en cuenta la capacidad de cursado y desaprobar de exámenes).

Nos parece entonces que, para evaluar el rendimiento académico de los alumnos universitarios, hay que relacionar diferentes datos numéricos que se pueden obtener de cada alumno a lo largo del cursado, como son: el número de materias aprobadas, el tiempo que ocupó en ello, la capacidad para aprobar, las notas obtenidas, la relación entre las materias que cursa, las que ha regularizado, las que ha aprobado y si el año que cursa es el esperado teniendo en cuenta el año de ingreso.

El principal objetivo del trabajo fue definir si existen factores o dimensiones que permitan explicar el rendimiento de los alumnos teniendo en cuenta el promedio de las calificaciones, la tasa de éxito en los exámenes y el grado de avance en la carrera.

2. Descripción de la metodología

La muestra fue exhaustiva, ya que se tomó a la totalidad de la población de alumnos de las cohortes 2004, 2005 y 2006 (155 alumnos) de la carrera de Ingeniería Biomédica, Universidad Nacional de Tucumán.(UNT) El estudio fue de tipo longitudinal, descriptivo, correlacional y retrospectivo.

Los datos numéricos, como en trabajos anteriores (Ruiz, 2007), fueron obtenidos de la Base de Datos del Sistema de Gestión de Alumnos de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la UNT.

Se extrajeron los siguientes datos de cada uno de los alumnos, organizados por cohorte:

1. Calificaciones obtenidas
2. Número total de exámenes rendidos en el tiempo observado, sin ausentes y solo de las asignaturas que se aprueban con examen final.
3. Número total de exámenes aprobados.
4. Tiempo empleado en rendir el número total de exámenes (aprobados y desaprobados), desde el ingreso de cada cohorte y hasta el momento de la toma de datos.
5. Número de materias aprobadas y regularizadas por año de carrera.

Definiciones y/o conceptos utilizados:

- *Promedio*: se calculó utilizando todas las calificaciones obtenidas por cada alumno (incluyendo los aplazos) en el tiempo observado:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N \text{Nota}_i}{N}$$

Donde N es el número total de exámenes rendidos y Nota_i es la nota obtenida en el i -ésimo examen rendido.

- *Eficiencia en los exámenes (E_e):* se definió como la relación porcentual entre los exámenes rendidos y los aprobados. E_e representa el % de efectividad (o tasa de éxito) de los alumnos al rendir exámenes:

$$E_e\% = \frac{\# \text{ exámenes aprobados}}{\# \text{ exámenes rendidos}} 100$$

- *Ritmo de avance 1:* indica la velocidad de avance en la carrera y se definió como el número de materias aprobadas por cada alumno en función del número total de materias del currículo:

$$R_1 = \frac{\# \text{ materias aprobadas}}{\# \text{ materias de la currícula}} 100$$

- *Ritmo de avance 2:* también es un indicador de la velocidad de avance en la carrera, pero referido al tiempo de cursado en meses:

$$R_2 = \frac{\# \text{ materias aprobadas}}{\# \text{ meses de cursado}} 100$$

- *Índice de cursado:* es un indicador del año que cursa. Este índice penaliza por cada año de retraso que tiene el alumno:

$$IC = \frac{\text{Año que cursa}}{\# \text{ Años en la carrera}} = \frac{\sum_{i=1}^s \left(\frac{Ap_i + Reg_i}{n_i} \right)}{\# \text{ Años en la carrera}}$$

Donde Ap_i , Reg_i y n_i representan el número de materias aprobadas, el número de materias regularizadas y el número de materias de la carrera en el i -ésimo año respectivamente. (Ej. Ingeniería Biomédica, en el segundo año tiene 10 materias distribuidas entre los dos cuatrimestres). *# Años en la carrera* es el número de años que el alumno lleva reinscribiéndose en la carrera.

En resumen, por cada alumno se consideraron los datos de las siguientes cinco variables: Promedio, Ritmo de Avance 1, Ritmo de Avance 2, Tasa de Éxito e Índice del año que cursa. Con éstas variables se realizó un análisis descriptivo y un análisis de reducción de dimensiones a fin de indagar si existen factores o dimensiones que resuman la información contenida en las variables estudiadas.

3. Resultados

3.1. Análisis Descriptivo de las variables

TABLA 1
Análisis de la Varianza

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de Exámenes Rendidos	Inter-grupos	3901,750	2	1950,875	36,959	,000
	Intra-grupos	8023,192	152	52,784		
	Total	1,192E4	154			
Número de Exámenes Aprobados	Inter-grupos	2408,992	2	1204,496	24,382	,000

Promedio	Intra-grupos	7508,943	152	49,401		
	Total	9917,935	154			
	Inter-grupos	16,416	2	8,208	2,819	,063
Ritmo de Avance (definición 1)	Intra-grupos	442,527	152	2,911		
	Total	458,943	154			
	Inter-grupos	1,627E4	2	8135,084	26,282	,000
Ritmo de Avance (definición 2)	Intra-grupos	4,705E4	152	309,525		
	Total	6,332E4	154			
	Inter-grupos	3567,424	2	1783,712	7,020	,001
Tasa de Éxito	Intra-grupos	3,862E4	152	254,091		
	Total	4,219E4	154			
	Inter-grupos	3653,028	2	1826,514	2,387	,095
Índice del año que cursa	Intra-grupos	1,163E5	152	765,138		
	Total	1,200E5	154			
	Inter-grupos	1,377	2	,688	41,106	,000
	Intra-grupos	2,546	152	,017		
	Total	3,922	154			

FIGURA 1
Promedio de las calificaciones en función de la cohorte

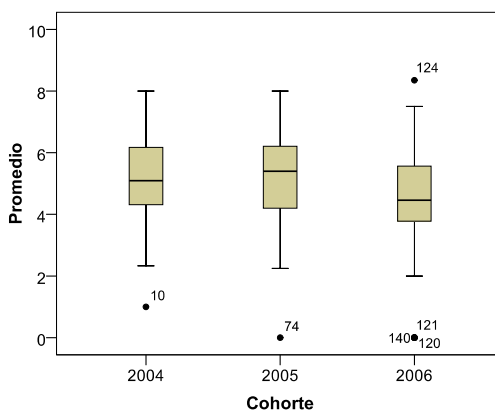


FIGURA 2
Tasa de éxito en función de la cohorte

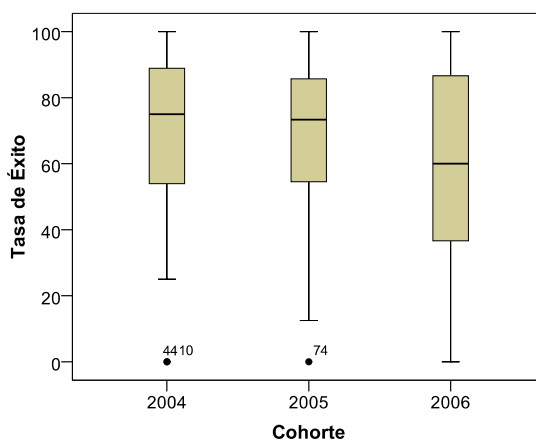


FIGURA 3
Exámenes rendidos y aprobados agrupados por cohorte

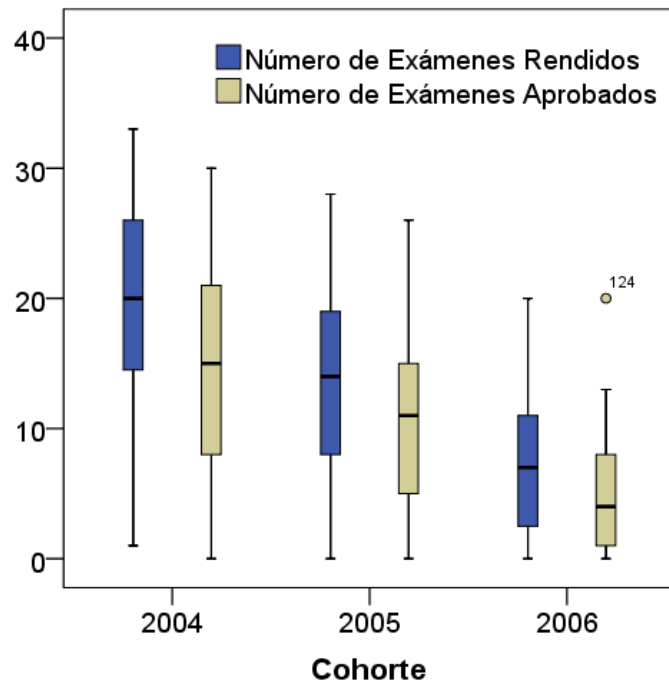


FIGURA 4
Ritmos de Avance (1 y 2) agrupados por cohorte

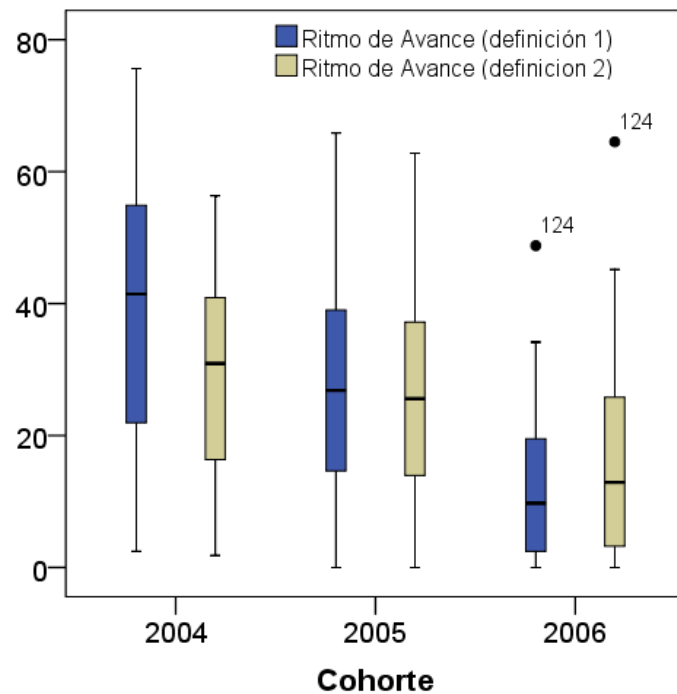
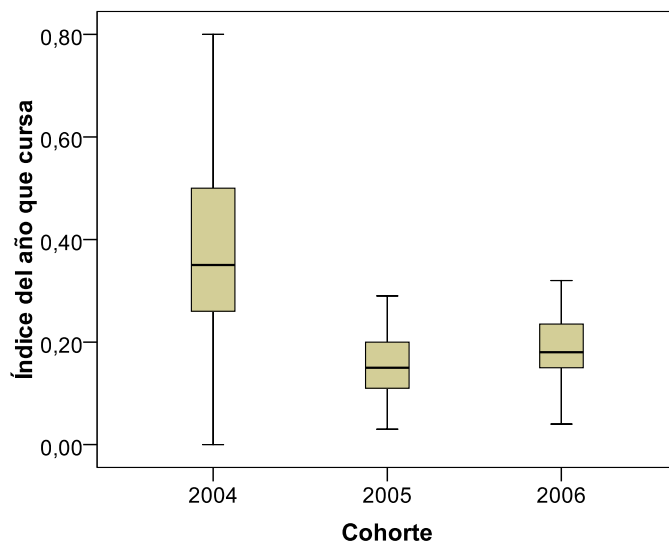


FIGURA 5
Índice del año que cursa en función de la cohorte



3.2 Correlaciones

TABLA 2
Matriz de correlaciones
Correlaciones

		Promedio	Ritmo de Avance (definición 1)	Ritmo de Avance (definición 2)	Tasa de Éxito	Índice del año que cursa
Promedio	Correlación de Pearson	1	,643**	,689**	,914**	,463**
	Sig. (unilateral)		,000	,000	,000	,000
	N	155	155	155	155	155
Ritmo de Avance (definición 1)	Correlación de Pearson	,643**	1	,949**	,626**	,771**
	Sig. (unilateral)	,000		,000	,000	,000
	N	155	155	155	155	155
Ritmo de Avance (definición 2)	Correlación de Pearson	,689**	,949**	1	,665**	,629**
	Sig. (unilateral)	,000	,000		,000	,000
	N	155	155	155	155	155
Tasa de Éxito	Correlación de Pearson	,914**	,626**	,665**	1	,454**
	Sig. (unilateral)	,000	,000	,000		,000
	N	155	155	155	155	155
Índice del año que cursa	Correlación de Pearson	,463**	,771**	,629**	,454**	1
	Sig. (unilateral)	,000	,000	,000	,000	
	N	155	155	155	155	155

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (unilateral).

3.3 Análisis de reducción de dimensiones

Surge la pregunta de si las variables *Promedio* en la Carrera, *Ritmo de Avance 1*, *Ritmo de Avance 2*, *Tasa de éxito* e *Índice del año que cursa*, se pueden considerar como partes integrantes de factores o dimensiones que expliquen la variabilidad observada. En otros términos, nos preguntamos si es posible combinar estas variables con la finalidad de construir factores o dimensiones que resuman la información

contenida en ellas. Si esto fuera posible, estos factores podrían interpretarse como dimensiones estadísticamente vinculadas a la medida del desempeño del alumno.

En consecuencia, se hace necesario producir una estandarización de las variables y posterior análisis factorial.

3.4. Estandarización de las variables

Con la finalidad de evitar las posibles distorsiones que pudieran inducir las diferentes unidades de medida de cada variable, parece oportuno proceder a elaborar el análisis factorial a partir de las formas estandarizadas de las variables originales. Este proceso genera las nuevas variables: ZPromedio, ZRitmodeAvance1, ZRitmodeAvance2, ZTasa de éxito y ZÍndicedelañoquecursa. Estas tendrán media 0 y varianza unitaria.

3.5. Análisis Factorial

Esta es una técnica estadística que analiza las interrelaciones entre las variables de un conjunto e intenta explicar estos vínculos en base a un reducido número de nuevas variables inobservables subyacentes, llamadas factores.

Es una modalidad del análisis multivariado que nos permite reducir una serie de variables a un conjunto menor (factores) que contienen la mayor parte de la información y son suficientes para explicar el modelo.

El análisis factorial arranca en el estudio de la matriz de correlaciones de las variables que se estudian y trata de determinar si las variaciones que exhiben estas asociaciones pueden ser justificadas con un menor número de categorías básicas respecto del conjunto original de variables. Una solución satisfactoria generará factores que contengan toda la información contenida en el conjunto de partida.

3.5.1 Adecuación Muestral de Kaiser-Meyer-Olkin y Prueba de Bartlett

TABLA 3
Adecuación muestral y prueba de Bartlett.
KMO y prueba de Bartlett

Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin.		.673
Prueba de esfericidad de Bartlett	Chi-cuadrado aproximado	909.168
	gl	10
	Sig.	.000

La medida de la adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin contrasta si el método del análisis de factores es o no adecuado para el conjunto de datos de que se dispone. Si la medida es menor a 0.5, el método no es adecuado, si es mayor a 0.5 y menor a 0.9 como en nuestro caso (Tabla 3), se puede utilizar con prudencia.

Por otro lado, la prueba de esfericidad de Bartlett contrasta si la matriz de correlaciones es una matriz identidad, nuestros resultados indican que la matriz de correlaciones es significativamente diferente de la matriz identidad, por lo que el modelo factorial es adecuado.

3.5.2 Análisis de Componentes principales

TABLA 4.
Análisis de Componentes principales.
Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3.738	74.762	74.762	2.342	46.848	46.848
2	.795	15.894	90.657	2.190	43.808	90.657
3	.354	7.079	97.735			
4	.086	1.715	99.451			
5	.027	.549	100.000			

TABLA 5.
Matriz de componentes del análisis de componentes principales.
Matriz de componentes rotados(a)

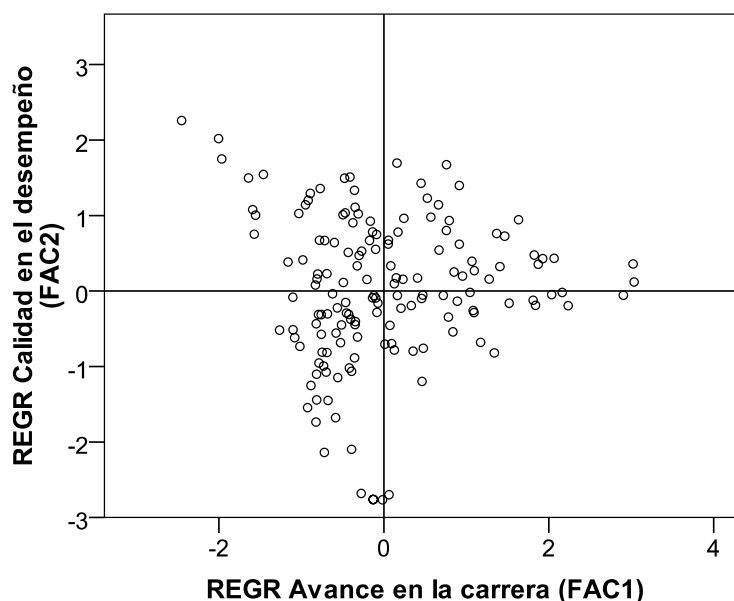
	Componente	
	1	2
Puntua: Promedio	.311	.922
Puntua: Ritmo de Avance (definición 1)	.878	.423
Puntua: Ritmo de Avance (definición 2)	.768	.525
Puntua: Tasa de Éxito	.288	.928
Puntua: Índice del año que cursa	.896	.158

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

FIGURA 6
Diagrama de dispersión de los Factores
"Calidad en el desempeño" y "Avance en la carrera"



4. Discusión y conclusiones

En este trabajo se ha avanzado respecto de la publicación anterior (Ruiz 2007), en la cual solamente se habían definido los Ritmos de avance y la Tasa de éxito. Se ha considerado además otra variable, que es el Índice del año que cursa y se han utilizado los datos de tres cohortes completas de la carrera de Ingeniería Biomédica.

4.2 Análisis descriptivo

A partir del análisis de la Varianza (Tabla 1), se puede concluir que no se observan diferencias significativas entre las medias de "Promedio" y de "Tasa de Éxito" entre las distintas cohortes (Valores $p > 0,05$; Valor p : Significación de la prueba). Esto también se evidencia en las Figuras 1 y 2.

La cohorte 2005 pareciera ser la que presenta la mayor media para el *Promedio* y la menor variabilidad en su *Tasa de Éxito* (Figuras 1 y 2). La cohorte 2006 es la que presenta la menor media y la mayor variabilidad en la *Tasa de Éxito*.

En relación al resto de las variables (Figuras 3, 4 y 5), se observan diferencias significativas en las medias de las distintas cohortes para: Número de exámenes rendidos, Número de exámenes aprobados, *Ritmo de Avance 1*, *Ritmo de avance 2* e *Índice del año que cursa*.

El comportamiento decreciente, tanto del Número de exámenes rendidos como del de aprobados (Figuras 3 y 4), era esperable, dado que las cohortes importan tiempos de permanencia diferentes en la carrera.

Según la Figura 4., que el *Ritmo de Avance 1* disminuya con la cohorte refleja el hecho de que el número de materias aprobadas es menor para cohortes más nuevas. En cambio, que el *Ritmo de Avance 2* disminuya con la cohorte está indicando que las últimas cohortes presentan, en promedio, un avance más lento.

En cuanto al *Índice del año que cursa*, la figura 5 muestra que las tres cohortes están retrasadas y que, en promedio, la más retrasada es la cohorte 2005. Cuanto más lejos de 1 puntúe este índice, más lejos de lo deseable se encontrará la cohorte.

A partir de la tabla 2, se observa que existe una fuerte correlación entre las variables generadas *Promedio* en la Carrera y *Tasa de éxito*; lo mismo ocurre con las variables *Ritmo de Avance 1* y *Ritmo de Avance 2*. Por su parte, el *Índice del año que cursa* está más correlacionado con las últimas dos que con las dos primeras.

Es razonable suponer que las dos variables referidas al ritmo de avance en la carrera son en realidad dos medidas de un mismo constructo, lo que se hace evidente por la correlación muy alta que muestran (0,949).

4.2 Análisis factorial

De la salida de SPSS (Tabla 4), se puede concluir que el primer componente o factor explica más de un 74% de la variabilidad de los datos y el segundo más del 15%, de manera que entre los dos factores la variabilidad explicada está en el orden del 91%.

En la matriz de componentes rotados (Tabla 5), se puede observar que el *Promedio* está más vinculado con el segundo factor que con el primero, al igual que la *Tasa de éxito*, mientras que las otras tres variables están mejor asociadas al primer factor.

Así es posible construir dos factores a los que llamaremos *Avance en la carrera* (factor1) y *Calidad en el desempeño* (factor2). El factor *Calidad en el desempeño* está fuertemente asociado no sólo al promedio de notas del alumno, sino también a la eficiencia en sus exámenes. Esto es, los alumnos con una puntuación alta en el factor *Calidad en el desempeño* son alumnos que aprueban con altas notas y presentan gran eficiencia en sus exámenes.

Por su parte, el factor *Avance en la carrera* está fuertemente vinculado a la rapidez con la que el alumno avanza de año en año, más allá de las notas con que aprueba sus exámenes.

Estas dos dimensiones, en consecuencia, permiten caracterizar el rendimiento académico global del alumno.

La figura 6 muestra un gráfico de dispersión de los factores "*Calidad en el desempeño*" y "*Avance en la carrera*". El gráfico muestra la puntuación de los factores para cada alumno del conjunto de datos analizados. Se observan cuatro cuadrantes: los alumnos ubicados en el cuadrante superior izquierdo, son alumnos que si bien aprueban sus exámenes con buenas notas, necesitan avanzar más rápidamente; los que se ubican en el cuadrante inferior derecho, son alumnos que si bien avanzan más rápido en sus

estudios, necesitan preparar mejor sus exámenes. Los alumnos ubicados en el cuadrante superior derecho, son los que avanzan relativamente más rápido y presentan mejores notas.

Finalmente, el análisis realizado y los resultados obtenidos permitirían sostener la hipótesis de que las variables *Promedio* y *Tasa de Éxito* son componentes de la dimensión *Calidad en el desempeño*, mientras que las variables *Ritmo de Avance 1*, *Ritmo de avance 2* e *Índice del año que cursa* son componentes de la dimensión *Avance en la carrera*. Estas dos dimensiones son factores estadísticamente vinculados al Rendimiento académico global del alumno.

Como paso posterior habría que estudiar si estas dimensiones, tal como se las ha evaluado para los alumnos de Ingeniería Biomédica, siguen siendo válidas para describir el rendimiento académico global de alumnos de otras carreras de Ingeniería. Es decir que hay que estudiar si las cargas de las variables en las dimensiones o factores, se mantienen para otras poblaciones de alumnos de otras carreras.

Bibliografía

- CASCON, DI (2000) *Análisis de las calificaciones escolares como criterio de rendimiento académico*. Colegio Público Juan García Pérez, España. En Red. Recuperado en: <http://www3.usal.es./inico/investigacion/jornadas/jornada2/comunc/cl7>
- MUÑOZ MUÑOZ, S. (2005) *Indicadores de rendimiento académico del alumnado de la Universidad de la Laguna*. Gabinete de Análisis y Planificación, Universidad de La Laguna.
- JIMÉNEZ, M. (2000). *Competencia social: intervención preventiva en la escuela*. Infancia y Sociedad. 24, pp. 21-48.
- PIATTI, C. y col. (2007) *Evaluación del avance académico de los estudiantes: un abordaje preliminar de la calidad en la enseñanza de la ingeniería*. V Encuentro Nacional y II Latinoamericano: La Universidad como Objeto de Investigación, Tandil, Buenos Aires, agosto de 2007.
- RUIZ E.; RUIZ G. Y ODSTRCIL M. (2007) *Metodología para realizar el seguimiento académico de alumnos universitarios. El caso de las primeras cohortes de Ingeniería Biomédica*. Revista Iberoamericana de Educación. ISSN: 1681-5653. 25/3/07. <http://www.rieoei.org/deloslectores2.htm#11>.
- RUIZ E.; MORIS G.; HERRERO, S. y ODSTRCIL M (2008) *Ingeniería Biomédica: rendimiento académico a lo largo de la carrera*. VI CAEDI, Salta, septiembre de 2008.

Agradecimientos

Este trabajo es parte del Proyecto de Investigación: "Rendimiento académico de los alumnos de Ingeniería Biomédica de la Universidad Nacional de Tucumán: análisis y seguimiento"., 2008-12, Secretaría de Ciencia y Técnica (E444), UNT.